

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

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
  
А.М.Петровский  
« 29 » июня 20 21 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.5 Техника высоких напряжений**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Объем дисциплины 72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачёт

Разработчик: ст. преподаватель Волгунов А.Д.

Дзержинск, 20 21 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 года № 144 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 25.06.2021 № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»  
протокол от 28.06.2021 № 8

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Вадова Л.Ю. Вадова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы  
к.т.н., доцент Вадова Л.Ю. Вадова  
(подпись)

Начальник ОУМБО  
(подпись)

Старикова И.В. Старикова

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО:

Б1.Б.05.5/21717 «29» 06 2021 г.  
АСИ 21 г

## СОДЕРЖАНИЕ

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).....	4
4	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1	Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	9
4.2	Содержание дисциплины, структурированное по темам.....	11
5	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
5.1	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	16
5.2	Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	21
6	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
6.1	Учебная литература.....	24
6.2	Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	24
7	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
7.1	Перечень информационных справочных систем .....	25
7.2	Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины .....	25
8	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	26
9	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
10	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
10.1	Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	27
10.2	Методические указания для занятий лекционного типа .....	28
10.3	Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	29
11	ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
11.1	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	29
11.2	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе аттестации по дисциплине .....	29

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

-формирование системы знаний о фундаментальных закономерностях возникновения и развития электрических разрядов в диэлектрических средах при воздействиях сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования, методах контроля ее состояния, о методах и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики изоляции, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение основных закономерностей построения электроэнергетических систем;
- формирование базовых знаний, умений и навыков для успешного выбора и эксплуатации различных технологий и средств защиты от атмосферных и внутренних перенапряжений;

# 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Техника высоких напряжений» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП..

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, физика, электрические машины, теоретические основы электротехники, промышленная электроника, электрические машины.

Дисциплина «Техника высоких напряжений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электроснабжение, электрические станции и подстанции.

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, по их личному заявлению.

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

Таблица 1а

## Формирование компетенции ПКС-1, ПКС-2 дисциплинами для очной формы

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2	Общая энергетика								
	Электрические станции и подстанции								

	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем										
	<b>Техника высоких напряжений</b>										
	Переходные процессы в электроэнергетических системах										
	Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения										
	Автоматизация и управление систем электроснабжения										
	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике										
	Электрическое освещение										
	Воздушные и кабельные ЛЭП										
	Электробезопасность										
	Ознакомительная практика										
	Проектная практика										
	Эксплуатационная практика										
	Преддипломная практика										
	Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР										
ПКС-1	Электрический привод										
	Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг										
	Электрические станции и подстанции										
	Электроэнергетические системы и сети										
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем										
	<b>Техника высоких напряжений</b>										
	Электроснабжение										
	Переходные процессы в электроэнергетических системах										
	Электротехнологические установки										
	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике										
	Надежность электроснабжения										
	Энергоснабжение										

Электрическое освещение									
Воздушные и кабельные ЛЭП									
Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения									
Специальные вопросы электроснабжения									
Ознакомительная практика									
Проектная практика									
Эксплуатационная практика									
Преддипломная практика									
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР									

Таблица 16

**Формирование компетенции ПКС-1, ПКС-2 дисциплинами для заочной формы**

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПКС-2	Общая энергетика					
	Электрические станции и подстанции					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	<b>Техника высоких напряжений</b>					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения					
	Автоматизация и управление систем электроснабжения					
	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике					
	Электрическое освещение					
	Воздушные и кабельные ЛЭП					
	Электробезопасность					
	Ознакомительная практика					
	Проектная практика					
Эксплуатационная практика						

	Преддипломная практика					
	Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР					
ПКС-1	Электрический привод					
	Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг					
	Электрические станции и подстанции					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	<b>Техника высоких напряжений</b>					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Электротехнологические установки					
	Электромагнитная совместимость в электроэнергети-					
	Надежность электроснабжения					
	Энергоснабжение					
	Электрическое освещение					
	Воздушные и кабельные ЛЭП					
	Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения					
	Специальные вопросы электроснабжения					
	Ознакомительная практика					
	Проектная практика					
	Эксплуатационная практика					
	Преддипломная практика					
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР						

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-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования.	<b>Знать:</b> требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений »	<b>Уметь:</b> определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников; -выбирать изоляционные расстояния,	<b>Владеть:</b> - навыками решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	Тестирование, устный опрос	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ИПКС-2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	<b>Знать:</b> требования Руководящего документа «Объём и нормы испытаний электрооборудования	<b>Уметь:</b> оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи	<b>Владеть:</b> навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования;		



#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2зач.ед./72 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	38	38
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	34	34
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	17	17
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:	-	-
- по проектированию: проект (работа)		
- по выполнению РГР		
- по выполнению КР		
- по составлению реферата (доклада, эссе)		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	34	34
<b>Вид промежуточной аттестации</b> зачёт	-	-
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачетные единицы</b>	72/2	72/2

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по курсам для студентов заочного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	5 курс
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	12	12
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	8	8
- лекции (Л)	6	6

- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	2	2
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	56	56
<b>Вид промежуточной аттестации зачёт</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	72/2	72/2

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

#### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>5 семестр</b>									
ПКС-1, ПКС-2 ИПКС-1.1, ИПКС-2.2	Тема 1.1. Знакомство с основными видами электрооборудования	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2 С. 10-16,	Тестирование, собеседование		
	Тема 1.2. Введение в историю формирования ЕЭС РФ.	2	-	-	2				
	Тема 2.1. Механизмы пробоя газовых сред	1	-	1	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2, С. 7-32	Тестирование, собеседование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.2. Механизмы пробоя в жидких диэлектриках	0,5	-	1	2				
	Тема 2.3. Механизмы пробоя в твердых диэлектриках	1	-	1	2				
	Тема 2.4. Особенности пробоя диэлектриков в различных типах электрических полей	0,5	--	1	2				
	Тема 3.1. Внешняя изоляция электрооборудования	1,5	-	2,5	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С. 38-59	Тестирование, собеседование		
	Тема 3.2. Внутренняя изоляция электроустановок	1,5	-	2,5	4				
	Тема 4.1. Дефекты изоляции и механизмы их возникновения	1	-	1	1,5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1. С. 60-78	Тестирование, собеседование		
	Тема 4.2. Испытания электрооборудования	1	-	1	1,5				
	Тема 4.3. Испытательные установки	1	-	1	2				
	Тема 4.4. Измерения испытательных напряжений	1	-	1	2				
	Тема 5.1. Перенапряжения в электрических сетях	2	-	2	3,5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1. С. 84-	Тестирование, собеседование		
	Тема 5.2. Защита от перенапряжений	2	-	2	3,5				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
					110				
	Самостоятельная работа				34				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>34</b>				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>5 курс</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
ПКС-1, ПКС-2 ИПКС-1.1, ИПКС-2.2	Тема 1.1. Знакомство с основными видами электрооборудования	0,25	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2 С. 10-16,	Тестирование, собеседование			
	Тема 1.2. Введение в историю формирования ЕЭС РФ.	0,25	-	-	3					
	Тема 2.1. Механизмы пробоя газовых сред	0,25	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2, С. 7-32	Тестирование, собеседование			
	Тема 2.2. Механизмы пробоя в жидких диэлектриках	0,25	-	-	3					
	Тема 2.3. Механизмы пробоя в твердых диэлектриках	0,5	-	-	4					
	Тема 2.4. Особенности пробоя диэлектриков в различных типах электрических полей	0,5	-	-	4					
	Тема 3.1. Внешняя изоляция электрооборудования	0,5	-	1	4,5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С. 38-59	Тестирование, собеседование			
	Тема 3.2. Внутренняя изоляция электроустановок	0,5	-	1	4,5					
	Тема 4.1. Дефекты изоляции и механизмы их возникновения	0,5	-	-	2,5	Подготовка к лекциям, тестированию,	Тестирование, собеседование			
	Тема 4.2. Испытания электрооборудования	0,5	-	-	2,5					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	вания					нию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1. С. 60-78			
	Тема 4.3. Испытательные установки	0,5	-	-	4				
	Тема 4.4. Измерения испытательных напряжений	0,5	-	-	4				
	Тема 5.1. Перенапряжения в электрических сетях	0,5	-	-	7	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1. С. 84-110	Тестирование, собеседование		
	Тема 5.2. Защита от перенапряжений	0,5	-	-	7				
	<b>Самостоятельная работа</b>				56				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>56</b>				

## **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**

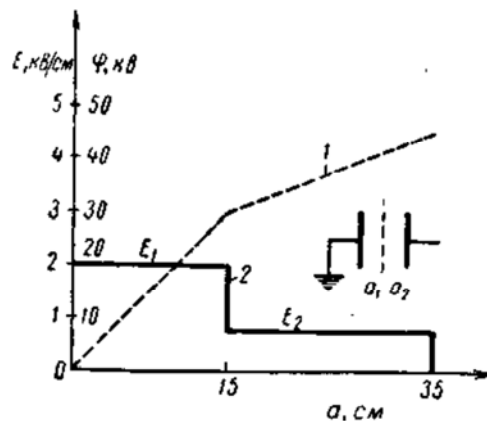
Текущая аттестация производится в виде работ на лекциях и практических занятиях.

### **Вопросы, графические и расчетные задания к практическим занятиям:**

1. Виды электрических полей.
2. Классификация ионизационных процессов. Виды ионизации.
3. Виды эмиссионных процессов.
4. Что называется фотопроцессами?
5. Приведите вывод уравнения самостоятельности электрического разряда в газе.
6. Каков смысл коэффициентов в уравнении самостоятельности электрического разряда в газе?
7. Что такое «стример»? Каков критерий лавинно-стримерного перехода?
8. Каковы особенности разряда в резконеоднородных полях?
9. Что такое «лидер»? Каков критерий стримерно-лидерного перехода?
10. Назовите основные стадии развития молниевых разрядов?
11. В чем состоит эффект полярности?
12. Основные типы проводимости жидких диэлектриков?
13. В чем состоят условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования?
14. Назначение и конструктивные особенности изоляции воздушных ЛЭП
15. Каково исполнение опорных изоляторов для внутренней и наружной установок?
16. Особенности назначения и конструктивного исполнения проходных изоляторов
17. Высоковольтные вводы: назначение, тип изоляции, конструктивное исполнение. Современные типы высоковольтных вводов.
18. Каковы характеристики основных материалов, применяемых в силовых конденсаторах?
19. Конструктивные особенности изоляции трансформаторов напряжения
20. Силовые трансформаторы: назначение, конструктивное исполнение изоляции
21. Как классифицируются трансформаторы в высоковольтной технике?
22. Какие требования предъявляются к испытательным трансформаторам?
23. В силу каких причин повышение напряжения трансформатора более 750 кВ оказывается нецелесообразным?
24. Способы получения напряжения постоянного тока
25. Приведите схему и поясните принцип работы генератора импульсных токов
26. В чем состоит принципиальное различие в работе ГИН и ГИТ?
27. Назовите способы измерения высоких напряжений. В чем состоят сложности при измерении на высоком напряжении?
28. В каких областях современной индустрии используется высоковольтное испытательное оборудование?
29. Классификация перенапряжений и их кратность.
30. В чем состоит принципиальное отличие внешних перенапряжений от внутренних?
31. Почему грозовые перенапряжения наиболее опасны для сетей средних классов напряжения, а коммутационные для сетей высших классов напряжений?
32. Грозозащита ЛЭП и подстанций.
33. Защита подстанций от набегающих волн.
34. Зона защиты тросового молниеотвода.



35. Каким образом импульсная корона влияет на параметры грозового импульса, распространяющегося по линии электропередачи?
36. В чем заключаются принципы работы ограничителя перенапряжений?
37. Между двумя точками в изолирующей среде, расположенными на расстоянии 2 мм, действует разность потенциалов 400 В. Определить напряженность электрического поля на заданном участке.
38. Определить диэлектрическую проницаемость кварцевого стекла, если относительная диэлектрическая проницаемость равна 4,0.
39. Определить электрическое смещение в точке поля напряженностью 15 кВ/м, если изолирующей средой является трансформаторное масло, относительная диэлектрическая проницаемость которого равна 2,2.
40. Определить емкость конденсатора в мкФ, если при частоте 50 Гц ток в цепи с конденсатором равен 5 мА, а напряжение, приложенное к электродам, - 400 В.
41. Конденсатор емкостью 3 мкФ заряжен до напряжения 4 кВ. Определить величину заряда, накопленного на его электродах.
42. По заданному графику изменения потенциала в плоском конденсаторе со слоистой изоляцией (кривая 1) построить график изменения напряженность электрического поля на каждом из участков.



43. Определить электрическое смещение в точке электрического поля напряженностью 10 кВ/см, если изолирующей средой является воздух.
44. Определить величину связанного заряда, индуктированного на проводящей пластине в  $1 \text{ см}^2$ , внесенной в электрическое поле перпендикулярно силовым линиям. Напряженность электрического поля 12 кВ/см. Изолирующей средой является трансформаторное масло с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 2,5.
45. Определить среднюю напряженность электрического поля на участке протяженностью 0,4 мм, если разность потенциалов между точками, ограничивающими участок, 600 В.
46. Потенциалы электродов изолированного от земли конденсатора равны +/- 2000 В. Определить напряжение, действующее между его выводами.
47. Определить величину заряда конденсатора емкостью 2 мкФ, если напряжение между его выводами 100 В.
48. Плоский конденсатор с воздушной изоляцией имеет емкость 100 пФ и заряжен до напряжения 2 кВ. Определить напряженность электрического поля между его электродами, имеющими площадь  $625 \text{ см}^2$ .
49. Одиночная сфера в воздухе имеет емкость 29 пФ и заряжена до напряжения 30 кВ. Определить напряженность электрического поля у поверхности сферы, если ее радиус 20 см.
50. Для измерения напряжения 110 кВ применена схема ёмкостного делителя, состоящая из двух последовательно соединенных конденсаторов  $C_1$  и электростатического воль-

- метра на напряжение 10 кВ, шунтированного конденсатором ёмкостью  $C_2 = 100$  пФ. Определить ёмкость каждого из конденсаторов  $C_1$ , если ёмкость вольтметра 20 пФ.
51. Плоский конденсатор с воздушной изоляцией и дисковыми электродами с закругленными краями имеет расстояние между электродами 2 см. определить напряженность электрического поля в изоляции, если приложенное напряжение равно 40 кВ. Расчет повторить для случая, когда между электродами при том же расстоянии введена стеклянная пластина толщиной 1 см с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 6.
  52. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 0,5 см заряжен до напряжения 10 кВ. Определить изменение напряжения между электродами, если развести пластины на 5 см, предположив, что заряд при это не изменится.
  53. Проходной цилиндрический изолятор имеет сечение токоведущего стержня  $4 \text{ см}^2$ . Изоляция – текстолит ( $E_{пр} = 80 \text{ кВ/см}$ ). Напряжение между стержнем и фланцем 140 кВ. Коэффициент запаса прочности 1,4. Определить внутренний радиус крепящего фланца. Произвести расчет радиусов стержня и фланца, исходя из минимальной толщины слоя изоляции, при сохранении прочих заданных условий.
  54. Определить ёмкость одножильного маслонаполненного кабеля на 110 кВ длиной 1000 м, с внешним диаметром его полый жилы 22,7 мм и наружным диаметром бумажной изоляции 46,7 мм при относительной диэлектрической проницаемости 3,5.
  55. Определить ёмкость цилиндрического воздушного конденсатора и допустимое напряжение между его электродами, если диаметр внутреннего цилиндра 20 см, а наружного в  $\epsilon$  раз больше. Допустимую напряженность электрического поля принять  $E_{\text{макс}} = 30 \text{ кВ/см}$ , длину конденсатора 100 см.
  56. Определить ёмкость одножильного маслонаполненного кабеля на 110 кВ длиной 1000 м, с внешним диаметром его полый жилы 22,7 мм и наружным диаметром бумажной изоляцией 46,7 мм при относительной диэлектрической проницаемости 3,5.
  57. Одножильный кабель напряжением 40 кВ имеет радиус заземленной свинцовой оболочки 3,6 см. Определить: характер изменения напряженности электрического поля у поверхности токоведущей жилы при постепенном увеличении ее радиуса от 0,6 до 3,6 см; распределение потенциала в толще изоляции при неизменном радиусе внутренней жилы 0,6 см.
  58. Определить пробивное напряжение проходного цилиндрического изолятора, работающего в установке напряжением 110 кВ. Изолятор имеет три слоя изоляции: бакелизованная бумага, масло и фарфор с пробивными напряженностями электрического поля 110; 63,7 и 65 кВ/см, при диэлектрических проницаемостях: 4,3; 2,5; 5,5, соответственно.
  59. Определить максимальную напряженность электрического поля в слое изоляции трехжильного кабеля на напряжение 35 кВ, имеющего равные толщины поясной и фазной изоляции. Сечение алюминиевой жилы равно  $185 \text{ мм}^2$ , расчетный радиус жилы 8,7 мм, толщина изоляции 12 мм.
  60. Определить емкость провода и напряженность электрического поля вблизи поверхности с радиусом 6 мм, протянутого на уровне 2 м над землей. Потенциал провода равен 20 кВ.
  61. Под проводом линии электропередачи с напряжением 220 кВ подвешен надежно изолированный провод. Определить потенциал, наведенный на этом проводе, если радиусы проводов одинаковы и равны 10 мм, а расстояние между проводами и нижним проводом и землей 3 м.
  62. Воздушный промежуток в 1 см между плоскими электродами характеризуется давлением 760 мм.рт.ст. и напряженностью электрического поля 29 кВ/см. Определить число электронов, достигающих анода, если с катода отрывается 1 эл/с, а в промежутке происходит процесс ударной ионизации.

63. Для измерения напряжения, близкого к 200 кВ, используются шаровые разрядники. Определить, исходя из величины допустимой погрешности измерения, наименьшей и наибольшей диаметры их сфер.
64. Определить пробивные напряжения между двумя изолированными стержнями, удаленными друг от друга в воздухе на расстоянии 120, 220, 800 см. Содержание влаги  $20 \text{ г/м}^3$ , температура воздуха  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  и давление  $740 \text{ мм.рт.ст.}$
65. Определить пробивное напряжение для воздушного промежутка в 120 см, заключенного между изолированным и заземленным стержневыми электродами, при  $\delta = 0,945$  и коэффициенте, учитывающем влажность – 0,91. На промежуток поочередно воздействует положительный и отрицательный импульсы.
66. Трансформатор на 220 кВ установлен на открытой части распределительного устройства. Определить минимально допустимое приближение токоведущих частей трансформатора к металлическим частям конструкций, если воздушный промежуток имеет запас прочности 4.
67. Определить длину волны излучения неона при тлеющем разряде в высоковольтной газосветной трубке, если известно, что при давлении в трубке 7 – 8 мм.рт.ст. большинство электронов совершает переходы с орбиты с энергетическим уровнем  $29,8 \cdot 10^{-12} \text{ эв}$  на орбиту с уровнем  $26,6 \cdot 10^{-12} \text{ эв}$ .
68. Определить потери активной мощности на корону для линии электропередачи при напряжении 154 кВ, если протяженность линии 100 км, провод АС-50 с радиусом 0,48 см, провода расположены треугольником с расстоянием между ними 500 см. Температура воздуха  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , давление  $710 \text{ мм.рт.ст.}$ , коэффициент негладкости 0,85, погода ясная.
69. В схеме моста для измерения диэлектрических потерь в качестве эталонного использован цилиндрический воздушный конденсатор с диаметром внешнего цилиндра 60 см и внутреннего 22 см. Относительная плотность воздуха нормальная. Рабочее напряжение 10 кВ. расчетом на корону установить пригодность данного конденсатора, если появление короны, изменяющей емкость недопустимо.
70. Для воздушной линии электропередачи трехфазного тока с линейным напряжением 115 кВ применены провода М-70 с расчетным диаметром 10,6 мм. Провода расположены равносторонним треугольником с расстоянием между ними 400 см. Коэффициент негладкости 0,85, относительная плотность воздуха 1, частота тока 50 Гц. Определить, во сколько раз увеличатся потери мощности на корону в линии при неясной погоде (коэффициент погоды 0,8) по сравнению с потерями при ясной погоде.
71. Проходной цилиндрический ввод с бакелитовой изоляцией, имеющей относительную диэлектрическую проницаемость, равную 4,5, испытывается переменным напряжением. Диаметр токоведущего стержня 3 см, наружный диаметр ввода 8 см. Определить напряжение, при котором возникнут скользящие разряды по поверхности изоляции.
72. Проходной цилиндрический изолятор имеет наружный радиус бакелитовой втулки 0,9 см, а радиус токоведущего стержня 0,3 см. Определить напряжение скользящих разрядов по наружной поверхности бакелита, если его относительная диэлектрическая проницаемость равна 4.
73. Определить напряжение пробоя и перекрытия по поверхности цилиндрического фарфорового диска диаметром 10 см и толщиной 0,5 см, заключенного между двумя стержневыми электродами, диаметром 8 мм, если принять среднюю напряженность перекрытия  $5,2 \text{ кВ/см}$ , а среднюю напряженность пробоя  $30 \text{ кВ/мм}$ .
74. Определить пробивное напряжение изоляции одножильного кабеля с радиусом жилы 0,9 см и толщиной поясной изоляции 1,1 см, если пробивная напряженность изоляции равна  $80 \text{ кВ/мм}$ .
75. Рассчитать параметры генератора импульсных напряжений (ГИН), состоящего из импульсных конденсаторов. Номинальное напряжение каждого конденсатора 60 кВ, емкость  $0,03 \text{ мкФ}$ . Для увеличения емкости конденсаторы соединяются попарно парал-

- лельно. ГИН должен создавать стандартную волну напряжения с амплитудой 1000 кВ. объект испытывается с емкостью 250 пФ имеет добавочную емкость 250 пФ.
76. Генератор импульсных токов (ГИТ) состоит из конденсаторов. Каждый из конденсаторов имеет емкость 3 мкФ и напряжение 50 кВ. Для увеличения напряжения конденсаторы соединяются попарно последовательно и образуют 10 параллельных ветвей. Индуктивность разрядного контура 45 мкГн. Определить критическое активное сопротивление схемы, при котором разряд носит апериодический характер, и амплитуду разрядного тока.
  77. Определить величину емкости стабилизирующего конденсатора, включенного на выходе выпрямителя для сглаживания пульсаций тока и напряжения, если сопротивление сквозной проводимости изоляции объекта  $5 \cdot 10^7$  Ом, а спад напряжения не должен превышать 10 % от испытательного напряжения. Саморазряд конденсатора не учитывать.
  78. Определить величину снижения напряжения на выходе выпрямителя в период паузы работы, если сопротивление изоляции  $1 \cdot 10^8$  Ом, емкость конденсатора 0,1 мкФ, а сопротивление самого конденсатора, обуславливающего саморазряд  $1 \cdot 10^7$  Ом.
  79. Волну атмосферного перенапряжения распространяется по одному из проводов трехфазной линии электропередачи. Определить волновое сопротивление провода без учета влияния импульсной короны и электромагнитной связи с остальными проводами, если марка провода АС-150, средняя высота подвеса провода над землей 600 см, расчетный диаметр провода 1,7 см.
  80. Волна перенапряжения с амплитудой 300 кВ, распространяясь по воздушной линии с волновым сопротивлением 400 Ом, набегаем на кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Определить напряжение преломленной и отраженной волн.
  81. Волна с прямоугольным фронтом и амплитудой 300 кВ распространяется по кабелю с волновым сопротивлением 38 Ом и, встречая на своем пути реактор с индуктивностью 4 мГн, переходит на воздушную линию с волновым сопротивлением 450 Ом. Определить значение напряжения преломленной волны на воздушной линии через 5 мкс после достижения ею реактора.
  82. Стержневой молниеотвод предназначен для защиты здания подстанции шириной 10 м, длиной 20 м, высотой 6 м. Определить высоту и место расположения молниеотвода с учетом его допустимого приближения к объекту защиты, если в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений ток молнии 150 кА, индуктивность молниеотвода 1,5 мкГн/м и усредненная крутизна фронта косоугольной волны тока 32 кА/мкс, сопротивление заземления молниеотвода в импульсном режиме 20 Ом.
  83. Отдельно стоящий молниеотвод высотой 40 м должен защищать подстанцию шириной 10 м, длиной 25 м и высотой 10 м. Удаление молниеотвода от торцевой части подстанции 6 м. Проверить величину радиуса защитной зоны на высоте объекта и убедиться в том, что молниеотвод действительно защищает здание.
  84. Участок подхода линии напряжением 35 кВ к подстанции защищен стержневыми молниеотводами, стоящими по обеим сторонам линии в шахматном порядке. Расстояние от молниеотводов до опор принято в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений равным 5 м, высота опор линии 11 м, пролет 60 м, габарит линии 6,5 м, расстояние между крайними проводами 3 м. Определить высоту молниеотводов и проверить с помощью расчета, защищены ли провода от поражения грозвым разрядом при указанном расположении и высоте молниеотводов.
  85. Молния поражает не защищенный тросом провод линии. Определить амплитуду напряжения, действующего на гирлянду изоляторов опоры, ближайшей к месту удара молнии. Волновое сопротивление канала молнии 300 Ом, волновое сопротивление провода с учетом импульсной короны 350 Ом. Ток молнии 100 кА.

86. Стержневой молниеотвод высотой 30 м защищает от прямого поражения молнией цилиндрический бак с горючим, целиком врытый в землю. Определить максимально допустимый диаметр бака.
87. Горизонтальный четырехлучевой заземлитель предназначен для заземления трубчатого разрядника на подходе к распределительной подстанции, выполнен из стального прута диаметром 1 см. Длина каждого луча 10 м, глубина заложения 0,5 м. Определить сопротивление заземления в импульсном режиме, если удельное сопротивление грунта, измеренное в сухую погоду, оказалось  $1 \cdot 10^4$  Ом·см. Ток молнии 80 кА. Коэффициент возможного увеличения сопротивления принят в соответствии с руководящими указаниями равным 1,4. Ввод тока в заземлитель осуществляется в центральную часть.
88. Горизонтальный двухлучевой заземлитель с подводом тока в среднюю точку и длиной каждого луча 10 м, проложен в грунте с удельным сопротивлением, измеренным в сухую погоду,  $1 \cdot 10^4$  Ом/183см. Определить сопротивление заземляющего устройства в импульсном режиме, если ток молнии принят равным 100 кА. Заземлитель выполнен из стального прута диаметром 1 см. Глубина заложения заземлителей стандартная, равная 0,5 м.
89. Заземлитель из трех вертикальных труб длиной 3 м, расположенных по окружности диаметром 4 м и объединенных горизонтальным кольцом из полосовой стали, находится в грунте с удельным расчетным сопротивлением  $2 \cdot 10^4$  Ом·см. Диаметр труб 60 мм. Определить сопротивление заземлителя в импульсном режиме, если ток молнии 40 кА.
90. Двухцепная линия электропередачи напряжением 110 кВ на металлических опорах с расположением проводов по схеме обратная ёлка и пролетом 300 м защищена двумя тросами. Разряд молнии с током 125 кА происходит в вершину опоры. Импульсное сопротивление заземления опоры равно 6 Ом. Гирлянды собраны из изоляторов 7хП-4,5. Определить защитный уровень линии, если средняя высота подвеса нижнего провода линии 9,2 м, а геометрический коэффициент связи между тросами и нижними проводами 0,18.
91. Определить защитный уровень линии напряжением 110 кВ на деревянных опорах с двумя тросами. Удар молнии произошел в вершину опоры. Гирлянды состоят из шести изоляторов типа П-4,5. Длина смежных пролетов 180 м, высота опоры 18 м, средняя высота подвеса проводов над землей 10 м, расстояние между проводами равно 4 м. Расчет произвести с использованием вольтсекундных характеристик изоляции и долевого распределения тока между тросами и телом опоры.
92. От узловой подстанции на 110 кВ отходит воздушная линия с проводами АС-120 расстояние между проводами (среднее) 3,5 м. На расстоянии 40 км от подстанции в точке разветвления линии решено установить ОПН. Сопротивление заземления опоры в импульсном режиме 10 Ом. По пределам отключаемых токов определить тип ОПН, если известно, что ток однофазного и трехфазного короткого замыкания на шинах узловой подстанции равен соответственно 5000 и 8000 А. Режим работы электрической сети постоянный.

## 5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

**Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине**

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы
		1	2	3	4	За нарушение сроков сдачи
Тестирование	3	10	10	10		
Выполнение практических заданий	3	20	20	21		2
Посещение занятий	1	9				

## 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» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования.	Не знает виды изоляции электрооборудования; не знает критерии выбора устройств защиты от перенапряжений. Не знаком с параметрами выбора нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников. Отсутствуют навыки решения задач техники высоких напряжений.	Знает виды изоляции электрооборудования; знает критерии выбора устройств защиты от перенапряжений. Умеет выбирать нелинейные ограничители перенапряжений и вентильные разрядники по заданным параметрам. Владеет навыками решения задач техники высоких напряжений без использования специализированного программного обеспечения.	Знает виды изоляции электрооборудования; знаком с требованиями нормативных документов по выбору изоляционных расстояний; знает методы расчета и выбор устройств защиты от перенапряжений. Умеет определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников. владеет навыками решения задач техники высоких напряжений, знаком со специализированным программным обеспечением для решения подобных задач.	Знает виды изоляции электрооборудования; хорошо ориентируется в нормативных документах касательно выбора изоляционных расстояний; знает методы расчета и выбор устройств защиты от перенапряжений. Умеет определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников; ориентируется в каталогах производителей ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников. Полностью владеет навыками решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения и без него.
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ИПКС-2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Не знаком с методами измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования. Не знает виды испытаний различного электрооборудования. Не умеет выбирать изоляционные расстояния; не знаком со способами оценки надежности молниезащиты и методиками её расчета.	Знаком с методами измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования. Знает виды испытаний различного электрооборудования. Умеет выбирать изоляционные расстояния с использованием нормативно-технической документации и справочной литературы; знаком со способами оценки надежности молниезащиты и методиками её расчета.	Владеет навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования. Знает виды испытаний различного электрооборудования, знаком с нормативными документами по испытаниям электрооборудования. Умеет выбирать изоляционные расстояния с использованием нормативно-технической документации и справочной литературы; Умеет оценивать надежность молниезащиты с использованием различных методик расчета.	Владеет навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования и готов применять их на практике. Знает виды испытаний различного электрооборудования, хорошо ориентируется в нормативах по испытаниям электрооборудования. Умеет выбирать изоляционные расстояния с использованием нормативно-технической документации и справочной литературы; Умеет оценивать надежность молниезащиты с использованием различных методик расчета и специализированного программного обеспечения.

**Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, 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) – не зачтено	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, 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 Соловьев, И. И. Основы техники высоких напряжений : учебное пособие / И. И. Соловьев. — Архангельск : САФУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-261-01401-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161905>.

6.1.2 Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие / Н. К. Полуянович. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-1201-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104955>.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

**6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.2.1 Электротехнический справочник: Электротехнические изделия и устройства"/ Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др., МЭИ, 2003 год, 518 с., В 4 т. Т. 2.

6.2.2 Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : ЭНАС, 2007. - 352с.



## 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

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	<a href="http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека">http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека</a>
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

Таблица 11

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подпискаMSDN 700593597, подпискаDreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
4	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	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	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

### 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

#### 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

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

### 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 14 перечислены:

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

**Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>1150</b> Аудитория для лекционных занятий и демонстрационный кабинет Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.	
2	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20" – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
3	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17" – 4 шт.</li> </ul> ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• Консультант Плюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>

## 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 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;
- текущий контроль знаний в форме собеседования.

При преподавании дисциплины «Техника высоких напряжений», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся

ся 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, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

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

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, 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 обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся 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, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся 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 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала

ла. 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 самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы 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, обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 14). 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **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, обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение практических работ (5.1);
- зачет.

### **11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе аттестации по дисциплине**

Форма проведения аттестации по дисциплине - зачёт: в форме письменного зачёта для обучающихся очной формы и заочной формы.

#### **Перечень вопросов к зачёту по дисциплине Б1.В.ОД.5 «Техника высоких напряжений»**

1. Опишите физические механизмы, приводящие к пробоям изоляции (газы, жидкости, твердые диэлектрики).
2. Опишите механизм пробоя газового промежутка с однородным электрическим полем. Закон Пашена.

3. Опишите механизм пробоя газового промежутка с резко неоднородным электрическим полем.
4. Опишите механизм пробоя газового промежутка при импульсном напряжении.
5. Опишите процесс перекрытия изоляции по границе двух сред.
6. Опишите состав групп изоляторов, различающихся по расположению токоведущей части, конструктивному исполнению, месту установки.
7. Перечислите основные характеристики изоляторов и опишите виды разрядных напряжений.
8. Перечислите основные характеристики изоляторов и опишите их геометрические и механические параметры.
9. Дайте характеристику линейных и подстанционных изоляторов.
10. Опишите распределение напряжений вдоль гирлянд подвесных изоляторов и опишите мероприятия по его выравниванию.
11. Дайте описание изоляции силовых трансформаторов.
12. Дайте описание изоляции вводов высокого напряжения.
13. Дайте описание изоляции силовых конденсаторов.
14. Дайте описание изоляции силовых кабелей традиционных типов.
15. Дайте описание изоляции силовых СПЭ кабелей.
16. Дайте описание изоляции электрических машин высокого напряжения.
17. Перечислите основные процессы старения изоляции. Опишите процесс электрического старения.
18. Перечислите основные процессы старения изоляции. Опишите процессы теплового и механического старения изоляции и ее увлажнение.
19. Дайте характеристику основных видов профилактических испытаний изоляции.
20. Дайте общую характеристику испытаний изоляции повышенным напряжением.
21. Опишите методику испытания повышенным напряжением изоляции кабелей.
22. Опишите методику испытания повышенным напряжением изоляции силовых трансформаторов.
23. Опишите принцип действия и конструкцию испытательной установки высокого переменного напряжения.
24. Опишите принцип действия и конструкцию испытательной установки высокого постоянного напряжения.
25. Опишите принцип действия и конструкцию генераторов коммутационных импульсов.
26. Опишите принцип действия и конструкцию генераторов импульсных напряжений.
27. Перечислите основные методы измерения высоких переменных напряжений. Опишите методику применения измерительного шарового разрядника.
28. Перечислите основные методы измерения высоких переменных напряжений. Опишите методику применения электростатического вольтметра.
29. Перечислите основные методы измерения высоких переменных напряжений. Опишите методику применения измерительных преобразователей и низковольтных вольтметров.
30. Перечислите основные методы измерения высоких постоянных напряжений. Опишите методику применения измерительного шарового разрядника.
31. Перечислите основные методы измерения высоких постоянных напряжений. Опишите методику применения электростатического вольтметра.
32. Перечислите основные методы измерения высоких постоянных напряжений. Опишите методику применения добавочных резисторов.
33. Опишите способы измерения высоких импульсных напряжений.
34. Перечислите основные характеристики перенапряжений. Как перенапряжения дифференцируются по месту приложения и причинам возникновения.
35. Дайте характеристику внешних и внутренних перенапряжений.
36. Дайте общую характеристику мероприятий по защите от перенапряжений.

37. Опишите физические процессы, сопровождающие грозовую деятельность.
38. Назовите характерные стадии развития грозового облака и основные параметры молнии.
39. Объясните необходимость введения понятий «короткая» и «длинная» цепи и перечислите особенности применяемых методов расчета.
40. Как связаны между собой перенапряжения на оборудовании и характер нагрузки, подключенной к линиям.
41. Опишите процессы возникновения перенапряжений при гашении дуги.
42. Опишите процессы, связанные с коммутационными перенапряжениями.
43. В чем состоит процесс, называемый координация изоляции.
44. Опишите конструкцию и область применения искровых промежутков и роговых разрядников.
45. Опишите конструкцию и область применения трубчатых разрядников.
46. Опишите конструкцию и область применения вентильных разрядников.
47. Опишите конструкцию и область применения ОПН.
48. Опишите основные принципы грозозащиты линий.

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования.**

Компьютерное тестирование не предусмотрено.