

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**Рабочая программа дисциплины**  
**«ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ»**

Направление подготовки:

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профили подготовки:

**13.03.02.1 Электромеханика**

**13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети**

**13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты**

**13.03.02.4 Электроснабжение**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Санкт-Петербург, 2016

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Профили подготовки:

13.03.02.1 Электромеханика

13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети

13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты

13.03.02.4 Электроснабжение

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03. Электроэнергетика и электротехника.

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:** Родченко Е.А. к.т.н., доцент

**Рецензент:** : В.Л.Беляев, д.т.н., профессор

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Электроэнергетики и электроники» от «7» сентября 2016 года, протокол № 1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(180 часов).....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	10
5.1. Темы контрольной работы.....	10
5.2. Темы курсовых работ .....	10
5.3. Перечень методических рекомендаций.....	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену .....	10
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	14
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	15
Приложение.....	17

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Техника высоких напряжений» является:

- формирование у студентов знаний об электрофизических
- процессах в изоляции электрооборудования;
- о механизмах развития грозовых и внутренних перенапряжений;
- о координации изоляции и её проектировании;
- о методах испытаний и контроля состояния изоляции.

1.2. Изучение дисциплины «Техника высоких напряжений» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- освоение учащимися методов оценки электрической прочности изоляции;
- определение надёжности и расчет зоны защиты молниезащиты;
- определения уровня перенапряжений в сетях высокого и сверхвысокого напряжения;
- умение выбора защитных устройств от внутренних и внешних перенапряжений.
- формированию общекультурных и профессиональных компетенций в области информационных технологий.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-2</b>	Способностью обрабатывать результаты экспериментов
<b>ПК-6</b>	Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-8</b>	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений,
- требования Руководящего документа “Объём и нормы испытаний электрооборудования”;

**Уметь:**

- выбирать изоляционные расстояния,
- оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи,
- определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников;

**Владеть:**

- навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования,
- решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к вариативной части обязательных дисциплин блока Б.1.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных в общих дисциплинах направления:

- теоретические основы электротехники;
- электрические машины,

и взаимосвязана с другими дисциплинами :

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем ;
- электроснабжение.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики , написании выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/ п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Лабораторное занятие	Практическое занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Модуль 1. Введение. Высоковольтная изоляция</b>	<b>63/1,8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>59</b>			
	Тема 1.1. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи.	32/0,9	1			31			
	Тема 1.2 Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов	31/0,9		2		28			
	<b>Модуль 2. Изоляция силовых кабелей</b>	<b>40/1,1</b>	<b>1</b>		<b>4</b>	<b>35</b>			
	Тема 2.1. Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом	30/1	1		4	25			
	<b>Модуль 3. Виды современной изоляции</b>	<b>38/1</b>	<b>1</b>		<b>4</b>	<b>33</b>			
	Тема 3.1 . Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции.	30/1	1		4	26			
	<b>Модуль 4. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений</b>	<b>75/2,1</b>	<b>1</b>		<b>4</b>	<b>69</b>			
	Тема 4.1 . Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений	30/0,8	0,5			29			

№ п/ п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Лабораторное занятие	Практическое занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
	Тема 4.2 . Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. Заключение.	35/1,3	0,5		4	30			
<b>ВСЕГО</b>		<b>216/6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>198</b>	<b>1</b>		<b>Экз</b>

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(216 часов)**

##### **МОДУЛЬ 1..Введение. Высоковольтная изоляция.(63часов)**

##### **Тема 1.1. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи.(32часов)**

Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе. Основные понятия: изоляция, перенапряжение, виды разрядов, координация изоляции, изоляционные конструкции. Характеристика основных разделов дисциплины. Основные сведения о развитии и современном состоянии изоляции электроэнергетических систем и сетей.

Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств. Конструктивное выполнение распределительных устройств. Классификация изоляционных конструкций.

Изоляция воздушных линий электропередачи. Виды изоляции линий. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки. Классификация изоляционных конструкций.

##### **Виды учебных занятий:**

Лекция:

Высоковольтная изоляция

1 час





Кривая возвратного напряжения. Сопротивление изоляции. Зависимость емкости изоляции от частоты.

Методы испытания электрической прочности изоляции.

**Виды учебных занятий:**

Лекция:	Виды современной изоляции	1 час
Практическое занятие	Методы испытания изоляций.	4 часа

**МОДУЛЬ 4. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений(75часов)**

**Тема 4.1 . Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений(30часов)**

Виды внутренних перенапряжений. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий. Перенапряжения при включении длинных линий. Перенапряжения при рассогласовании фаз. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей. Перенапряжения при отключении емкостных токов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью. Феррорезонансные перенапряжения.

Способы ограничения перенапряжений. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений. Коммутационный разрядник. Высокочастотные ограничители перенапряжений. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.

**Виды учебных занятий:**

Лекция:	Защита изоляции электрооборудования	0,5 час
---------	-------------------------------------	---------

**Тема 4.2 . Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. Заключение.(35часов)**

Молниезащита оборудования станций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Защита от обратных перекрытий. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи. Защита подходов линии к подстанции. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.

Молниезащита воздушных линий. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.

Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).

Адаптация бакалавра в современных условиях. Перспективные

направления в технике высоких напряжений. Дальнейшее совершенствование знаний по дисциплине.

**Виды учебных занятий:**

Лекция:	Молниезащита оборудования станций	0,5 час
Практическое занятие	Расчет молниезащиты оборудования 110-220кВ	4 часа

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Темы контрольной работы**

Рассчитать зону защиты молниеотводов ОРУ-110 кВ»

### **5.2. Темы курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрена.

### **5.3. Перечень методических рекомендаций**

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям
2	Методические рекомендации по подготовке к лабораторной работе
3	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### **5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
2. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
3. Испытательное напряжение.
4. Виды изоляции линий.
5. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки.
6. Классификация изоляционных конструкций.
7. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения.
8. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств.
9. Конструктивное выполнение распределительных устройств.
10. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ.
11. Применение изоляции в основных типах ЭМ.

12. Электроизоляционные материалы ЭМ.
13. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
14. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
15. Испытательное напряжение.
16. Внешняя и внутренняя изоляция.
17. Частичные разряды.
18. Электрическая прочность маслбарьерной изоляции.
19. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
20. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.
21. Сухие трансформаторы.
22. Изоляция силовых конденсаторов.
23. Кабели с вязкой пропиткой.
24. Маслонаполненные кабели.
25. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.
26. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.
27. Кабельные муфты
28. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции.
29. Водный триинг.
30. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
31. Элегазовые выключатели.
32. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).
33. Вакуумная изоляция.
34. Разрядные напряжения.
35. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя.
36. Отключение токов.
37. Процессы в многослойной изоляции.
38. Миграционная поляризация.
39. Кривая возвратного напряжения.
40. Сопротивление изоляции.
41. Зависимость емкости изоляции от частоты.
42. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta$ .
43. Контроль сопротивления изоляции.
44. Контроль емкости изоляции.
45. Хроматографический анализ масла.
46. Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta$ . Измерения  $\text{tg } \delta$ .
47. Частичные разряды.
48. Контроль изоляции по параметрам частичных разрядов.
49. Измерения параметров частичных разрядов.
50. Методы испытания электрической прочности изоляции.

51. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
52. Испытания изоляции грозowymi импульсами.
53. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
54. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий.
55. Перенапряжения при включении длинных линий.
56. Перенапряжения при рассогласовании фаз.
57. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов.
58. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей.
59. Перенапряжения при отключении емкостных токов.
60. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.
61. Феррорезонансные перенапряжения.
62. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.
63. Коммутационный разрядник.
64. Высокочастотные ограничители перенапряжений.
65. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.
66. Защита от прямых ударов молнии.
67. Защита от обратных перекрытий.
68. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
69. Защита подходов линии к подстанции.
70. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.
71. Молниезащита воздушных линий.
72. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Алиев И. И. Электротехника и электрооборудование [Электронный учебник] : Учебное пособие / Алиев И. И., 2012, Высшая школа, Абрис. - 1199 с.

Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/9654>

2. Чайкина Л. Техника высоких напряжений [Электронный учебник] : Учебник / Чайкина Л., 2013, Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, Маршрут. - 229 с.

Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/16239>

### **Дополнительная литература:**

1. Техника высоких напряжений : учеб.-метод. комплекс / сост. В. С. Гончар, 2008, Изд-во СЗТУ. - 93 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>

2. Учебно-информационный центр АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>

3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. -

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, контрольную работу, курсовую, самостоятельную работу студента, консультации.

9.1. При изучении тем из модулей студентам необходимо повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а

также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно используя знания и практические навыки, полученные на лекциях, практических занятиях, в ходе выполнения лабораторных работ.

На завершающем этапе изучения каждого модуля необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения каждого модуля дисциплины необходимо ответить на вопросы контрольного теста по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. При изучении модуля следует выполнить задания контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

9.4. По завершению изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.
4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
6. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Мультимедийные аудитории.
2. Виртуальные аналоги специализированных кабинетов и лабораторий.
3. Библиотека.
4. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
5. Электронная информационно-образовательная среда университета.
6. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## **12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Участие в online занятиях, прослушивание видео	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 5
Контрольный тест к модулю 2	0 - 5
Контрольный тест к модулю 3	0 - 5
Контрольный тест к модулю 4	0 - 5
Контрольный тест к модулю 5	0 - 5
Практическая работа	0 - 5
Лабораторная работа	0 - 15
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b>	<b>0 - 20</b>
<b>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

### **Балльная шкала оценки (экзамен)**

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	18-20
хорошо	15-17
удовлетворительно	12-14
неудовлетворительно	менее 12

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
- за активность	0 -10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-2</b>	Способностью обрабатывать результаты эксп
<b>ПК-6</b>	Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-8</b>	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые модули (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
<b>1</b>	Модуль 1. Высоковольтная изоляция	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 1 Практическое занятие 1
<b>2</b>	Модуль 2. Изоляция силовых кабелей	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 2
<b>3</b>	Модуль 3. Виды современной изоляции	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 3
<b>4</b>	Модуль 4. Методы испытаний изоляции .	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 4
<b>5</b>	Модуль 5. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений .	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 5 Практическое занятие 2
<b>6</b>	Модуль 6. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения	ПК-2,6,8,13.	Контрольный тест 6 Практическое занятие 3
<b>7</b>	Модули 1 - 6	ПК-2,6,8,13.	Итоговый контрольный тест Контрольная работа Практическая работа Лабораторная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> ПК-2,6,8,13. основные понятия и современные принципы техники высоких напряжений, иметь представление о изоляции оборудования.	Не знает	Знает общие понятия техники высоких напряжений, не знаком с изоляционными материалами	Знает основные понятия и современные изоляционные материалы, но допускает ошибки при решении конкретных задач	Знает принципы работы с изоляционными материалами, но не имеет представления об оборудовании и высокого напряжения	Знает основные понятия и современные изоляционные материалы, имеет представление об устройстве современного электротехнического оборудования
Второй этап	<b>Уметь</b> ПК-2,6,8,13. оценить надежность молниезащиты ОРУ и ВЛ, определять необходимые параметры ОПН	Не умеет	Ошибается в выборе методов и инструментов решения задач	Правильно определяет сущность задачи, но допускает ошибки в выборе параметров ОПН	Правильно выбирает параметры ОПН, но ошибается в выборе инструментов в решения	Умеет применять технику высоких напряжений для решения задач молниезащиты оборудования
Третий этап	<b>Владеть</b> ПК-2,6,8,13. навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования	Не владеет	Владеет некоторыми программами и методиками на уровне пользователя	Владеет методиками анализа параметров изоляции оборудования, но не может использовать их для работы с ПК	Владеет навыками измерения параметров изоляции оборудования	Владеет навыками измерения параметров изоляции оборудования и может решить поставленную задачу с помощью компьютера

### 4. Шкалы оценивания (балльно-рейтинговая система)

Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 5
Контрольный тест к модулю 2	0 - 5
Контрольный тест к модулю 3	0 - 5
Контрольный тест к модулю 4	0 - 5
Контрольный тест к модулю 5	0 - 5
Практическая работа	0 - 5

Лабораторная работа	0 - 15
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b>	<b>0 - 20</b>
<b>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

### Балльная шкала оценки (экзамен)

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

**5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

**5.1.Типовой вариант задания на контрольную работу**

**Задание 1.** Рассчитать зону защиты четырех молниеотводов 1, 2, 3 и 4, защищающих оборудование ОРУ-110 кВ (рис. 4.4). Расстояния между молниеотводами  $L$ , высоты молниеотводов  $h$ , высота защищаемого объекта  $h_x$  и коэффициент надежности защиты, указанные в табл. 4.3, принять по двум последним цифрам шифра.

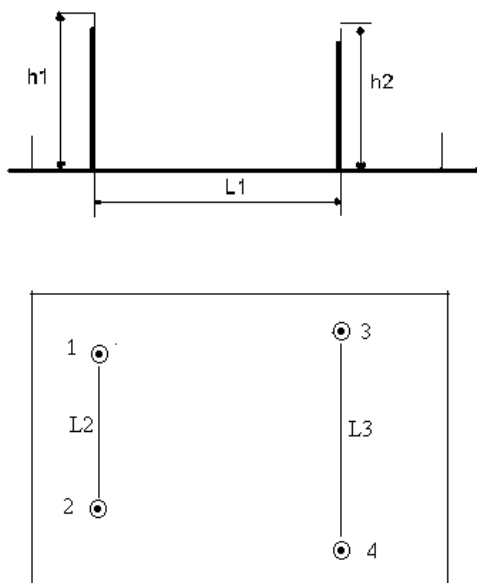


Рис. 4.4. Стержневые молниеотводы ОРУ-110 кВ

Таблица 4.3

**Исходные данные**

Параметры молниеотвода	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер молниеотвода	Высота молниеотводов $h_m$ , м, принимаемая по последней цифре шифра студента									
1	22	23	24	25	26	25	24	23	22	21
2	22	23	24	25	26	25	24	23	22	21
	Высота молниеотводов $h_m$ , м, и другие параметры, принимаемые по предпоследняя цифра шифра студента									
3	17	18	19	19	19	18	17	16	15	14
4	17	18	19	19	19	18	17	16	15	14
Расстояния, м	L1	31	30	29	30	31	30	31	30	29
	L2	16	15	14	15	16	15	16	15	14
	L3	26	25	24	25	26	25	26	25	24
Высота объекта $h_x$ , м	7,5	8	9	10	10	9	8	7,5	6	5
Надежность защиты, $P_3$	0,999	0,99	0,9	0,99	0,999	0,99	0,9	0,99	0,9	0,999

## **5.2. Типовой вариант задания на практическую работу**

*Расчет молниезащиты оборудования подстанций напряжением 110-220 кВ*

## **5.3. Типовой вариант задания на лабораторную работу**

*Осмотр силовых трансформаторов подстанции"*

## **5.4. Типовой тест промежуточной аттестации**

### **1. Почему дуговые перенапряжения весьма опасны для изоляции?**

- a. Возможны большие разрушения из-за длительного действия электрической дуги
- b. Возникают большие токи замыкания на землю
- c. Перенапряжения достигают значений до (3-5)  $U_{\phi}$
- d. Перенапряжения представляют опасность для оборудования близлежащих сетей

### **2. Какие применяют источники испытательных напряжений?**

- a. Каскадные испытательные трансформаторы
- b. Генераторы импульсных напряжений
- c. Генераторы импульсных токов
- d. Испытательные трансформаторы промышленной частоты

### **3. Какой контроль изоляции проводится под рабочим напряжением?**

- a. Измерение распределения напряжения по элементам гирлянды изоляторов
- b. Контроль состояния изоляторов с помощью тепловизоров
- c. Измерение ЧР
- d. Измерение  $\text{tg}\delta$

### **4. Для каких электрических полей характерен коронный разряд?**

- a. Слабооднородных
- b. Однородных
- c. Резконеоднородных
- d. Квазиоднородных

### **5. Чем объяснить высокую отключающую способность вакуумных выключателей ?**

- a. Способностью быстро восстанавливать свою электрическую прочность
- b. Возникновение разряда в них определяется практически только процессами на электродах и в значительной степени материалом и конфигурацией контактов
- c. Давление газа на межэлектродном расстоянии дугогасительного устройства

весьма мало и лежит в пределах 0,01—0,2 кПа•см

d. Электропроводность вакуума очень мала

**6. Какие значения установившейся составляющей внутренних перенапряжений  $U_{уст}^{(1)}$  при однофазном к.з. или однофазном замыкании на землю в зависимости от рабочего заземления нейтрали сети?**

a. При компенсированной нейтрали  $U_{уст}^{(1)}=1,6 U_{\phi}$

b. При изолированной нейтрали  $U_{уст}^{(1)}=1,73 U_{\phi}$

c. При эффективном заземлении нейтрали  $U_{уст}^{(1)}=1,4 U_{\phi}$

d. При глухозаземленной нейтрали  $U_{уст}^{(1)}=(1,05-1,1) U_{\phi}$

**7. Назовите физические свойства элегаза**

a. Нетоксичен и не воспламеняется

b. Низкая звукопроводность

c. Плотность выше плотности воздуха

d. Без цвета и запаха

**8. Каковы испытательные напряжения промышленной частоты силовых кабелей?**

a.  $U_{ном}=10$  кВ  $U_{исп}=30$  кВ

b.  $U_{ном}=6$  кВ  $U_{исп}=16$  кВ

c.  $U_{ном}=10$  кВ  $U_{исп}=25$  кВ

d.  $U_{ном}=6$  кВ  $U_{исп}=20$  кВ

**9. Чем можно обеспечить молниезащиту электрических машин?**

a. Подключением к шинам конденсаторов

b. ОПН и вентильными разрядниками

c. Кабельными вставками и реакторами

d. Молниезащита линий на подходе к электрической машине

**10. Какие могут быть токи молнии и крутизна токов молнии?**

a. До 200 кА

b. До 30 кА/мкс

c. До 50 кА/мкс

d. До 100 кА

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.