

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии,  
Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная

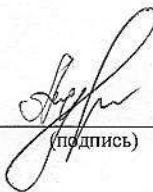
**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ И СВЧ**

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.08
Трудоемкость в зачетных единицах	6 семестр – 4
Часов (всего) по учебному плану	144
Лекции	6 семестр – 16 часов
Практические занятия	6 семестр – 16 часов
Лабораторные работы	6 семестр – 16 часов
Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные	учебным планом не предусмотрены учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	6 семестр – 60 часа
включая: РГР	учебным планом не предусмотрена
Промежуточная аттестация:	6 семестр – 2,5 часов
Контроль: экзамен	6 семестр – 33,5 часов

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

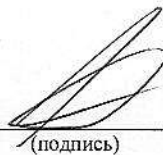
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Л. Р. Куш  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

А.В. Стрижиченко  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Доцент кафедры Энергетики, к.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

П.В. Шамигулов  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

М.С. Иваницкий  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических процессов электрического пробоя в различных средах, защиты электрических сетей и электрооборудования подстанций от внешних и внутренних перенапряжений.

### Задачи дисциплины

- изучение физических процессов при возникновении перенапряжений;
- изучение методов защиты от перенапряжений;
- изучение особенностей конструктивного исполнения линий СВН и их параметров;
- изучение пропускной способности электропередачи СВН.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– ионизационные процессы в газах и изоляции;</li><li>– виды перенапряжений и средства защиты от них;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– производить несложные расчеты по выбору устройств защиты электрооборудования;</li><li>– анализировать характеристики линии СВН</li></ul>
	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– параметры и характеристики линий СВН</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализировать характеристики линии СВН</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Теоретические основы электротехники, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Электрическая часть электростанций и подстанций.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Особенности конструктивного исполнения линий СВН, параметры линии	29	6	2	4	8				15		[2], с. 37-59	
2	Особенности линий СВН, технические и экономические характеристики линий	17	6	2	-	-				15		[2], с. 10-35	
3	Разряды в атмосферном воздухе	16	6	4	2	-				10		[1], с. 10-60	
4	Высоковольтная изоляция и аппараты защиты	24	6	4	4	6				10		[1], с. 65-90	
5	Перенапряжения и защита от них	22	6	4	6	2				10		[1], с. 108-129	
	Экзамен	36	6						2,5	-	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	144	6	16	16	16	-	-	2,5	60	33,5		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 6 семестр

##### *1. Особенности линий СВН, технические и экономические характеристики*

Роль электропередач СВН в энергосистемах. Особенности линий СВН, технические и экономические характеристики, требования, предъявляемые к этим линиям. **Схемы выполнения линий СВН.** Конструктивные особенности линий СВН.

##### *2. Особенности конструктивного исполнения линий СВН и их параметры*

Габариты линий СВН и факторы их определения. Конструкция фазы, выбор её оптимальных параметров. Влияние конструкции фазы на удельные энергетические параметры линии и на её пропускную способность.

Напряженность электрического поля на поверхности одиночного провода. Учет распределенности параметров линии. Уравнения длинной линии. Волновые характеристики линии. Натуральная мощность линии.

##### *3. Разряды в атмосферном воздухе*

Конфигурация электрических полей. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Вольт-секундная характеристика (ВСХ) воздушных промежутков. Разряд в неоднородных полях. Эффект полярности. Барьерный эффект. Коронный разряд

##### *4. Высоковольтная изоляция и аппараты защиты*

Высоковольтные изоляторы. Особенности изоляции высоковольтного оборудования. Методы испытания изоляции оборудования.

##### *5. Перенапряжения и защита от них*

Мероприятия по грозозащите воздушных линий электропередачи. Защита подстанций от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Заземление молниеотводов. Расчет заземляющих устройств. Схемы молниезащиты подстанций промышленных предприятий. Устройства и аппараты защиты. Защитные промежутки. Трубочатые разрядники. Вентильные разрядники. Нелинейные ограничители перенапряжений. Внутренняя система молниезащиты. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов. Средства защиты от перенапряжений.

### 3.3. Темы практических занятий

#### 6 семестр

1. Расчет погонных, волновых параметров линии СВН (2 часа)
2. Расчет параметров симметричной П-образной схемы замещения линии СВН с учетом поправочных коэффициентов (2 часа).
3. Расчет среднегодовой мощности потерь на корону ВЛ переменного тока (2 часа)
4. Расчет электрического поля силового кабеля (2 часа)
5. Расчет гирлянды изоляторов (2 часа)
6. Расчет зоны молниезащиты стержневых молниеотводов (2 часа)
7. Расчет зоны молниезащиты тросовых молниеотводов (2 часа)
8. Определение перенапряжения на ВЛЭП трехфазного переменного тока (2 часа)

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование влияния геометрических размеров расщепленной фазы на параметры линии СВН (4 часа)
2. Исследование влияния реактивной мощности на параметры линии СВН (4 часа)
3. Изучение конструкции и принципа действия искровых промежутков, трубчатых и вентильных разрядников (2 часа)
4. Изучение конструкции и принципа действия ограничителей перенапряжения (4 часа)
5. Изучение коммутационных перенапряжений при включениях и отключениях воздушных линий (2 часа)

### **3.5. РГР**

РГР учебным планом не предусмотрены

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрены

### **3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций**

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
ионизационные процессы в газах и изоляции;	ПК-1.1	X	X	X			Тест 1. Разряды в газах
виды перенапряжений и средства защиты от них;	ПК-1.1			X			Тест 2. Виды перенапряжений. Грозозащита
параметры и характеристики линий СВН	ПК-1.2				X	X	Тест 3. Средства защиты от перенапряжений
<b>Уметь:</b>							
производить несложные расчеты по выбору устройств защиты электрооборудования	ПК-1.1		X	X			Защита лабораторной работы № 3-5
анализировать характеристики линии СВН	ПК-1.2				X	X	Защита лабораторной работы № 1, 2
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п. 3.1)</i>		29	17	16	24	22	



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

#### **6 семестр**

– тестирование:

Тест 1. Разряды в газах

Тест 2. Виды перенапряжений. Грозозащита

Тест 3. Средства защиты от перенапряжений

– защита лабораторных работ:

1. Исследование влияния геометрических размеров расщепленной фазы на параметры линии СВН
2. Исследование влияния реактивной мощности на параметры линии СВН
3. Изучение конструкции и принципа действия искровых промежутков, трубчатых и вентильных разрядников
4. Изучение конструкции и принципа действия ограничителей перенапряжения
5. Изучение коммутационных перенапряжений при включениях и отключениях воздушных линий

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

#### **6 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании экзаменационной составляющей.

В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. Титков, В. В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Титков. — Электрон. текстовые дан. — СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2011. — 185 с. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/50597/#1>

2. Рыжов, Ю. П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю. П. Рыжов – Электрон. текстов. дан. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/default.asp?book=68>

## **5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

*Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2003/2007, Design Center 8*

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ И СВН

(название дисциплины)

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1. Защита лабораторной работы № 1
- КМ-2. Защита лабораторной работы № 2
- КМ-3. Тест 1. Разряды в газах
- КМ-4. Тест 2. Средства защиты от перенапряжений.
- КМ-5. Тест 3. Виды перенапряжений. Грозозащита
- КМ-6. Защита лабораторных работ № 3-5

**Вид промежуточной аттестации – экзамен**

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ – 1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-5	Экзамен
		Неделя КМ:	1	2	3	4	4	4	
1	Особенности линий СВН, их технические и экономические характеристики		+						
2	Особенности конструктивного исполнения линий СВН, параметры линии			+					
3	Разряды в атмосферном воздухе				+				
4	Высоковольтная изоляция и аппараты защиты					+			
5	Перенапряжения и защита от них						+	+	
	Минимальный балл за КМ		6	6	1	1	1	25	20
	Максимальный балл за КМ		11	10	3	3	3	30	40

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии,  
Цифровые системы релейной защиты и автоматики**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.В.08 Техника высоких напряжений**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки:достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства для оценки запланированных результатовобучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторо в достижен ия компетенц ии	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
ионизационные процессы в газах и изоляции;	ПК-1.1	Тест 1. Разряды в газах
виды перенапряжений и средства защиты от них;	ПК-1.1	Тест 2. Виды перенапряжений. Грозозащита Защита лабораторных работ № 3-5
параметры и характеристики линий СВН	ПК-1.2	Защита лабораторной работы № 1
<b>Уметь:</b>		
производить несложные расчеты по выбору устройств защиты электрооборудования	ПК-1.1	Тест 3. Средства защиты от перенапряжений
анализировать характеристики линии СВН	ПК-1.2	Защита лабораторной работы № 2

## Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### Для текущего контроля успеваемости

#### Тест. Разряды в газах

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

- Длина свободного пробега частицы газа  $\lambda$  равна ...
  - $\lambda = 1/Z$
  - $\lambda = 1/Z^2$
  - $\lambda = 1/\sqrt{Z}$
- Энергия ионизации – это ...
  - энергия, выделенная атомом
  - энергия, поглощенная атомом
  - энергия возбуждения атома
- Формула степени ионизации газа ...

- 1)  $K_{\text{ион}} = n_{\text{ион}} \cdot N_{\Sigma}$
- 2)  $K_{\text{ион}} = N_{\Sigma} / n_{\text{ион}}$
- 3)  $K_{\text{ион}} = n_{\text{ион}} / N_{\Sigma}$
4. Ударная ионизация относится к ионизации ...
  - 1) ступенчатой
  - 2) объемной
  - 3) поверхностной

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7-8 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Тест. Виды перенапряжений. Грозозащита

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Максимальное рабочее напряжение в электрической сети принимается относительно номинального в интервале ...
  - 1)  $U_{\text{р.макс}} = U_{\text{н}} + (0,1 \div 0,5) U_{\text{н}}$
  - 2)  $U_{\text{р.макс}} = U_{\text{н}} + (0,15 \div 0,5) U_{\text{н}}$
  - 3)  $U_{\text{р.макс}} = U_{\text{н}} + (0,2 \div 0,05) U_{\text{н}}$
2. К внешним относятся перенапряжения ...
  - 1) дуговые
  - 2) индуктированные
  - 3) резонансные
  - 4) квазистационарные
3. К коммутационным относятся перенапряжения
  - 1) дуговые
  - 2) индуктированные
  - 3) резонансные
  - 4) квазистационарные
4. При атмосферном перенапряжении напряженность электрического поля составляет
  - 1) не более 15...20 кВ/см
  - 2) не более 20...25 кВ/см
  - 3) более 25...30 кВ/см

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7-8 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Тест. Средства защиты от перенапряжений

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Отличительной особенностью вентильных разрядников является наличие ...
  - 1) воздушных промежутков
  - 2) нелинейных вилитовых сопротивлений
  - 3) нелинейных варисторных сопротивлений
2. Способность гасить дугу при первом прохождении сопровождающего тока к.з. через нулевое значение характерно для ...
  - 1) трубчатых разрядников

- 2) вентильных разрядников
- 3) ограничителей перенапряжений
3. Для защиты от атмосферных перенапряжений оборудования электростанций и подстанций предназначен ...
  - 1) вентильный разрядник
  - 2) трубчатый разрядник
  - 3) ограничителей перенапряжений

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7-8 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Защита лабораторной работы «Исследование влияния геометрических размеров расщепленной фазы на параметры линии СВН»**

Вопросы:

1. С какой целью на линиях СВН применяют расщепленные провода фаз?
2. Как связаны между собой радиус расщепления и радиус эквивалентного провода?
3. Как влияет изменение радиуса расщепления на удельные значения сопротивлений и емкостной проводимости линии?
4. Как влияет расщепление проводов на потери активной мощности, на нагрев проводов и зарядную мощность линии?

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7-8 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Защита лабораторной работы «Исследование влияния реактивной мощности на параметры линии СВН»**

Вопросы:

1. Как влияет активное сопротивление проводов линии на распределение реактивной мощности в линии при  $P < P_{\text{нат}}$  ?
2. Поясните распределение напряжения по концам линии при  $P < P_{\text{нат}}$  и  $P > P_{\text{нат}}$
3. Поясните распределение тока по концам линии при  $P < P_{\text{нат}}$  и  $P > P_{\text{нат}}$
4. Поясните распределение реактивной мощности по концам линии при  $P < P_{\text{нат}}$  и  $P > P_{\text{нат}}$

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7-8 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Защита лабораторной работы «Изучение конструкции и принципа действия искровых промежутков, трубчатых и вентильных разрядников»**

Вопросы:

1. Каково назначение разрядников?
2. Чем определяются защитные свойства разрядников?
3. Как устроен и работает вентильный разрядник?

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;

- 3 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Защита лабораторной работы «Изучение конструкции и принципа действия ограничителей перенапряжения»**

Вопросы:

1. Как устроен и работает ОПН?
2. Почему ОПН является основным средством защиты от перенапряжений?
3. По каким параметрам выбирается ОПН?

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 3 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Защита лабораторной работы «Исследование распределения напряжения вдоль гирлянды изоляторов и ее схемы замещения»**

Вопросы:

1. Как влияют на распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов емкости  $C_0$ ,  $C_1$ , и  $C_2$ ?
2. Какие нежелательные явления вызывает неравномерное распределения напряжения по гирлянде изоляторов?
3. Какие меры применяют для выравнивания напряжения вдоль гирлянды?

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 3 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

## **Промежуточная аттестация**

### **Экзамен**

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Ионизационные процессы в газе
2. Защита объектов от прямых ударов молнии
3. Образование стримера. Закон Пашена
4. Ограничители перенапряжений: назначение, основные элементы, принцип работы, параметры

Примеры практических заданий:

1. Задан одножильный маслонаполненный кабель с заземленной свинцовой оболочкой. Длина кабеля равна 1 км, радиус токоведущей жилы 6 мм и радиус оболочки 36 мм.

Изоляция кабеля имеет диэлектрическую проницаемость  $\epsilon_r$ . Рассчитать емкость кабеля.

2. Грозовой разряд произошел в столб телеграфной линии, расположенной на расстоянии  $a = 5$  м от ВЛ напряжением 20 кВ. Средняя высота подвеса проводов на опорах ВЛ 14 м.

Зарегистрированная величина тока 15 кА. Величина коэффициента  $K_u$  принимается равной 25 Ом. Определить величину индуктированного перенапряжения  $U_{ind}$  на проводах высоковольтной линии.



Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов