



**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СРЕДНЕРУССКИЙ ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

*Кафедра информационно-измерительных систем и электроэнергетического обеспечения*

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой ИИС и ЭО  
Дерюгина Е.О.  
« 25 » 08 2017 г.

**ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |   |
|--|---|
| Группа направлений и специальностей подготовки | 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика         |
| Направление подготовки:                        | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| Профиль:                                       | Электроснабжение                            |
| Форма обучения                                 | Заочная                                     |

| № пп | На учебный год | ОДОБРЕНО на заседании кафедры |                     | УТВЕРЖДАЮ заведующий кафедрой |                     |
|------|----------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
|      |                | Протокол                      | Дата                | Подпись                       | Дата                |
| 1    | 2017 - 2018    | № 1                           | «25»августа 2017 г. |                               | «25»августа 2017 г. |
| 2    | 20__ - 20__    | №                             | «__» 20__ г.        |                               | «__» 20__ г.        |
| 3    | 20__ - 20__    | №                             | «__» 20__ г.        |                               | «__» 20__ г.        |
| 4    | 20__ - 20__    | №                             | «__» 20__ г.        |                               | «__» 20__ г.        |

Обнинск, 2017 год

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФГОС ВО

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 сентября 2015 г. N 39014 дисциплина «Техника высоких напряжений» входит в состав базовой части первого блока. Данная дисциплина в соответствии с учебным планом института является обязательной для изучения.

## 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений,  
требования Руководящего документа —Объем и нормы испытаний электрооборудования

Уметь:

выбирать изоляционные расстояния, оценивать надежность 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.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Техника высоких напряжений» направлено на формирование следующих **компетенций**:

- способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
| ПК-3 | <b>Знать:</b> методики проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | <b>Уметь</b> принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | <b>Владеть:</b> способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования |
| ПК-4 | <b>Знать:</b> обоснование проектных решений   | <b>Уметь</b> проводить обоснование проектных решений  | <b>Владеть:</b> способностью проводить обоснование проектных решений  |
| ПК-5 | <b>Знать:</b> параметры оборудования объектов профессиональной деятельности   | <b>Уметь</b> определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности   | <b>Владеть:</b> готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности  |
| ПК-6 | <b>Знать:</b> методики расчёта режимов работы объектов профессиональной деятельности  | <b>Уметь</b> рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности  | <b>Владеть:</b> способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности  |

#### 4. ТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| № ДЕ | Наименование дидактической единицы | № п.п. | Тема   | Формируемые компетенции |
|------|------------------------------------|--------|--|-------------------------|
| 1    | Введение. Высоковольтная изоляция  | 1      | Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи   | ПК-3,4,5,6              |
|      |                                    | 2      | Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов   |                         |
| 2    | Изоляция силовых кабелей           | 3      | Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом  | ПК-3,4,5,6              |
| 3    | Виды современной изоляции          | 4      | Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции. | ПК-3,4,5,6              |
| 4    | Защита изоляции                    | 5      | Виды внутренних перенапряжений.  | ПК-3,4,5,6              |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| электрооборудования от внутренних и грозových перенапряжений |   | Способы ограничения перенапряжений   |  |
|  | 6 | Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. Заключение. |  |

## 5. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ

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.

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

## 6. ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ И ИХ ТРУДОЁМКОСТЬ

| Вид учебной работы            | Всего часов<br>(Зачетных единиц) | Семестр     |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------|
|                               |                                  | 3           |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 (3)                          | 108 (3)     |
| Аудиторные занятия*           | 12                               | 12          |
| Лекции                        | 4                                | 4           |
| Лабораторные работы (ЛР)      | -                                | -           |
| Практические занятия (ПЗ)     | 8                                | 8           |
| Семинарские занятия (СЗ)      | -                                | -           |
| Самостоятельная работа (СРС)  | 87                               | 87          |
| Вид итогового контроля        | Экзамен (9)                      | Экзамен (9) |

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Содержание разделов дисциплины

#### 1. Введение. Высоковольтная изоляция.

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. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ. Применение изоляции в основных типах ЭМ. Электроизоляционные материалы ЭМ. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ. Испытательное напряжение. Изоляция силовых трансформаторов. Внешняя и внутренняя изоляция. Частичные разряды. Электрическая прочность маслобальберной

изоляции. Особенности конструкций силовых трансформаторов. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях. Сухие трансформаторы.

## 2. Изоляция силовых кабелей

Типы кабелей. Кабели с вязкой пропиткой. Маслонаполненные кабели. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией. Кабельные муфты. Кабели со сшитым полиэтиленом. Особенности конструкции. Водный триинг.

## 3. Виды современной изоляции

Применение элегазовой изоляции. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе. Элегазовые выключатели. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ). Применение вакуумной изоляции. Вакуумная изоляция. Разрядные напряжения. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя. Отключение токов. Изоляция силовых конденсаторов. Процессы в многослойной изоляции. Миграционная поляризация.

## 4. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений

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. Кривая возвратного напряжения. Сопротивление изоляции. Зависимость емкости изоляции от частоты. Методы испытания электрической прочности изоляции. 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.

### 7.2. Распределение разделов дисциплины по видам занятий

| № п.п. | Темы дисциплины  | Трудоемкость | Лекции | ЛР | ПЗ  | СЗ | СРС  |
|--------|--|--------------|--------|----|-----|----|------|
| 1      | Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи | 16,5         | 0,6    |    | 1,3 |    | 14,6 |
| 2      | Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов                                     | 16,5         | 0,6    |    | 1,3 |    | 14,6 |
| 3      | Типы кабелей. Кабели со  | 16,5         | 0,6    |    | 1,3 |    | 14,6 |

|               |   |            |          |  |          |           |
|---------------|---|------------|----------|--|----------|-----------|
|               | сшитым полиэтиленом   |            |          |  |          |           |
| 4             | Элегазовая изоляция.<br>Вакуумная изоляция.<br>Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции.<br>Методы испытания электрической прочности изоляции. | 16,5       | 0,6      |  | 1,3      | 14,6      |
| 5             | Виды внутренних перенапряжений.<br>Способы ограничения перенапряжений   | 16,5       | 0,6      |  | 1,3      | 14,6      |
| 6             | Молниезащита оборудования станций и подстанций.<br>Молниезащита воздушных линий.<br>Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.                      | 16,5       | 1        |  | 1,5      | 14        |
|               | Контроль  | 9          |          |  |          | 9         |
| <b>Итого:</b> |   | <b>108</b> | <b>4</b> |  | <b>8</b> | <b>96</b> |

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Учебным планом не предусмотрены.

## 9. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине.

Рекомендуемый перечень практических занятий:

1. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи
2. Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов
3. Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом
4. Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции.
5. Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений
6. Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.

## 10. СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом не предусмотрены.

## 11. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 11.1. ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендуется следующие виды самостоятельной работы:

- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- задания для самостоятельной работы;

- заучивание терминологии;
- работа над тестами;
- написание контрольной работы.

## 11.2. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Учебным планом не предусмотрен.

## 12. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств включают:

### 12.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП (дисциплины)

- способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
| ПК-3 | <b>Знать:</b> методики проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | <b>Уметь</b> принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | <b>Владеть:</b> способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования |
| ПК-4 | <b>Знать:</b> обоснование проектных решений   | <b>Уметь</b> проводить обоснование проектных решений  | <b>Владеть:</b> способностью проводить обоснование проектных решений  |
| ПК-5 | <b>Знать:</b> параметры оборудования объектов профессиональной деятельности   | <b>Уметь</b> определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности   | <b>Владеть:</b> готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности  |
| ПК-6 | <b>Знать:</b> методики расчёта режимов работы объектов профессиональной деятельности  | <b>Уметь</b> рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности  | <b>Владеть:</b> способностью рассчитывать режимы работы объектов  |

|  |  |  |                               |
|--|--|--|-------------------------------|
|  |  |  | профессиональной деятельности |
|--|--|--|-------------------------------|

### ТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| № ДЕ | Наименование дидактической единицы  | № п.п. | Тема   | Формируемые компетенции |
|------|---|--------|--|-------------------------|
| 1    | Введение.<br>Высоковольтная изоляция  | 1      | Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи   | ПК-3,4,5,6              |
|      |   | 2      | Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов   |                         |
| 2    | Изоляция силовых кабелей  | 3      | Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом  | ПК-3,4,5,6              |
| 3    | Виды современной изоляции   | 4      | Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции. | ПК-3,4,5,6              |
| 4    | Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений | 5      | Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений   | ПК-3,4,5,6              |
|      |   | 6      | Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.                   |                         |

#### 12.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания

| № пп | Компетенция | Виды оценочных средств используемых для оценки компетенций по дисциплине |              |
|------|-------------|--|--------------|
|      |             | Вопросы и задания для экзамена   | Тестирование |
| 2    | ПК-3,4,5,6  | + (все вопросы)  | +            |

##### 12.2.1. Вопросы и заданий к Экзамену

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № пп | Оценка  | Шкала  |
|------|---------|--|
| 1    | Отлично | Студент должен:<br>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;<br>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;<br>- правильно формулировать определения; |



|   |                     |   |
|---|---------------------|---|
|   |                     | - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;<br>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.   |
| 2 | Хорошо              | Студент должен:<br>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;<br>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий;<br>достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;<br>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;<br>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу. |
| 3 | Удовлетворительно   | Студент должен:<br>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;<br>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;<br>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;<br>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.  |
| 4 | Неудовлетворительно | Студент демонстрирует:<br>- незнание значительной части программного материала;<br>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;<br>- существенные ошибки при изложении учебного материала;<br>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;<br>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.  |
| 5 | Зачтено             | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».   |
| 6 | Незачтено           | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».   |

### 12.2.2. Тестирования

| № пп | Оценка              | Шкала  |
|------|---------------------|--|
| 1    | Отлично             | Количество верных ответов в интервале: 71-100% |
| 2    | Хорошо              | Количество верных ответов в интервале: 56-70%  |
| 3    | Удовлетворительно   | Количество верных ответов в интервале: 41-55%  |
| 4    | Неудовлетворительно | Количество верных ответов в интервале: 0-40%   |
| 5    | Зачтено             | Количество верных ответов в интервале: 41-100% |
| 6    | Незачтено           | Количество верных ответов в интервале: 0-40%   |

### 12.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 12.3.1. Вопросы и задания для экзамена

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 маслосодержащей 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  $\tan \delta$ . Измерения  $\tan \delta$ .
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  $\tan \delta$ . Измерения  $\tan \delta$ .
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.

### 12.3.2. Банк тестов

#### 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)  $U_{ф}$
- 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  $tg\delta$

#### 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·с м
- d. Электропроводность вакуума очень мала

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

- a. При компенсированной нейтрали  $U(1)_{уст}=1,6 U_{ф}$
- b. При изолированной нейтрали  $U(1)_{уст}=1,73 U_{ф}$
- c. При эффективном заземлении нейтрали  $U(1)_{уст}=1,4 U_{ф}$
- d. При глухозаземленной нейтрали  $U(1)_{уст}=(1,05-1,1) U_{ф}$

**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

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

*Качество знаний* характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

*Умения*, как правило, формируются на практических (семинарских) занятиях, а также при выполнении лабораторных работ. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от студента проявления стереотипности мышления, т.е.

способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

**Навыки** - это умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении студентом практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы на тренажерах, симуляторах, лабораторном оборудовании и т.д. При этом студент поставлен в условия, когда он вынужден самостоятельно (творчески) искать пути и средства для разрешения поставленных задач, самостоятельно планировать свою работу и анализировать ее результаты, принимать определенные решения в рамках своих полномочий, самостоятельно выбирать аргументацию и нести ответственность за проделанную работу, т.е. проявить владение навыками. Взаимодействие с преподавателем осуществляется периодически по завершению определенных этапов работы и проходит в виде консультаций. При оценке владения навыками преподавателем оценивается не только правильность решения выполненного задания, но и способность (готовность) студента решать подобные практико-ориентированные задания самостоятельно (в перспективе за стенами вуза) и, главным образом, способность студента обосновывать и аргументировать свои решения и предложения.

В таблице приведены процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

| Виды учебных занятий и контрольных мероприятий | Оцениваемые результаты обучения                               | Процедуры оценивания                                 |
|--|---|--|
| Посещение студентом аудиторных занятий         | ЗНАНИЕ теоретического материала по пройденным темам (модулям) | Проверка конспектов лекций, устный опрос на занятиях |
| Выполнение практических заданий                | УМЕНИЯ и НАВЫКИ, соответствующие теме работы                  | Проверка отчёта, защита выполненной работы           |
| Промежуточная аттестация                       | ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ и НАВЫКИ, соответствующие изученной дисциплине | Экзамен  |

**Устный опрос** - это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой студентов (фронтальный опрос) или с отдельными студентами (индивидуальный опрос) с целью оценки результативности посещения студентами аудиторных занятий путем выяснения сформированности у них основных понятий и усвоения нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

**Экзамен** - процедура оценивания результатов обучения по учебным дисциплинам по окончании семестра, основанная на суммировании баллов, полученных студентом при текущем контроле освоения модулей, а также баллов за качество выполнения экзаменационных заданий (экзаменационная составляющая, - характеризующая способность студента обобщать и систематизировать теоретические и практические знания по дисциплине и решать практико-ориентированные задачи). Вид, место и количество реализуемых по дисциплине процедур оценивания определено в рабочей программе дисциплины и годовых рабочих учебных планах.

Описание показателей, критериев и шкал оценивания по всем видам учебных работ и контрольных мероприятий приведено в разделе 3 фонда оценочных средств по дисциплине.

Разработка оценочных средств и реализация процедур оценивания регламентируются локальными нормативными актами:

- Положение о формировании фонда оценочных средств (принято Ученым советом 28.08.2017 г., Протокол № 1, утверждено ректором Л.А. Косогоровой 28.08.2017 г.)
- Положение о рабочей программе дисциплины (РПД) (принято Ученым советом 28.08.2017 г., Протокол № 1, утверждено ректором Л.А. Косогоровой 28.08.2017 г.)
- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов (принято Ученым советом 28.08.2017 г., Протокол № 1, утверждено ректором Л.А. Косогоровой 28.08.2017 г.)
- Положение о контактной работе преподавателя с обучающимися (принято Ученым советом 28.08.2017 г., Протокол № 1, утверждено ректором Л.А. Косогоровой 28.08.2017 г.)
- Положение о порядке проведения итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры (принято Ученым советом 28.08.2017 г., Протокол № 1, утверждено ректором Л.А. Косогоровой 28.08.2017 г.)
- Инструкция по проведению тестирования (доступны в учебных кабинетах с компьютерной техникой и на сайте вуза).

### **13. РЕКОМЕНДУЕМОЕ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

#### **13.1. НОРМАТИВНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ**

Основой нормативного сопровождения дисциплины являются: ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, основная профессиональная образовательная программа по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, учебный план, рабочая программы дисциплины, методические указания по освоению дисциплины, методические указания для аудиторных занятий.

#### **13.2. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В состав учебно-методического комплекса дисциплины входят следующие материалы:

- аннотация дисциплины;
- рабочая программа дисциплины;
- методические указания по освоению дисциплины;
- методические указания для аудиторных занятий;
- глоссарий;
- банк тестовых заданий.

#### **13.3. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Наумкина Л.Г. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – М.: Издательство «Горная книга». Издательство Московского государственного горного университета, 2017. – 331 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/143600>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Шейко Е.М. Электротехника и электроника. Сборник тестовых заданий для самостоятельной подготовки / Е.М. Шейко, С.В. Николаев. – Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2015 – 80 с.

1. Лабораторные работы по курсу «Электротехника и электроника» / С.В. Николаев, Е.М. Шейко. – Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2015. – 44 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/143600>.— ЭБС «IPRbooks»

### 13.4. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вознесенский А.С., Шкуратник В.Л. Электроника и измерительная техника [Электронный ресурс]/ учебное пособие— Электрон. текстовые данные.— М.: издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2016. – 480 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97345>.— ЭБС «IPRbooks»

### 14. РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Рекомендуемая литература представлена в Электронной библиотеке по адресу: <http://www.iprbookshop.ru>

#### Ресурсы открытого доступа:

Google Books (<https://books.google.ru>)

КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru>)

### 15. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Техника высоких напряжений» для студентов, обучающихся по направлению подготовки Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, осуществляется в виде лекционных и практических занятий, а так же самостоятельной работы. В ходе самостоятельной работы студенты должны изучить лекционные материалы и другие источники (учебники и учебно-методические пособия), подготовиться к ответам на контрольные вопросы и тестовые задания.

Дисциплина «Техника высоких напряжений» включает 6 тем(ы).

Для проведения лекционных занятий предлагается следующая тематика, в соответствии с 7 разделом рабочей программы дисциплины:

1. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи
2. Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов
3. Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом
4. Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции.
5. Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений
6. Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.

**Лекция** – форма обучения студентов, при которой преподаватель последовательно излагает основной материал темы учебной дисциплины. Лекция – это важный источник информации по каждой учебной дисциплине. Она ориентирует студента в основных проблемах изучаемого курса, направляет самостоятельную работу над ним. Для лекций по каждому предмету должна быть отдельная тетрадь для лекций. Прежде всего, запишите имя, отчество и фамилию лектора, оставьте место для списка рекомендованной литературы, пособий, справочников.

Будьте внимательны, когда лектор объявляет тему лекции, объясняет Вам место, которое занимает новый предмет в Вашей подготовке и чему новому Вы сможете научиться. Опытный студент знает, что, как правило, на первой лекции преподаватель обосновывает свои требования, раскрывает особенности чтения курса и способы сдачи зачета или экзамена.

Отступите поля, которые понадобятся для различных пометок, замечаний и вопросов.

Запись содержания лекций очень индивидуальна, именно поэтому трудно пользоваться чужими конспектами.

Не стесняйтесь задавать вопросы преподавателю! Чем больше у Вас будет информации, тем свободнее и увереннее Вы будете себя чувствовать!

#### **Базовые рекомендации:**

- не старайтесь дословно конспектировать лекции, выделяйте основные положения, старайтесь понять логику лектора;
- точно записывайте определения, законы, понятия, формулы, теоремы и т.д.;
- передавайте излагаемый материал лектором своими словами;
- наиболее важные положения лекции выделяйте подчеркиванием;
- создайте свою систему сокращения слов;
- привыкайте просматривать, перечитывать перед новой лекцией предыдущую информацию;
- дополняйте материал лекции информацией;
- задавайте вопросы лектору;
- обязательно вовремя пополняйте возникшие пробелы.

#### **Правила тактичного поведения и эффективного слушания на лекциях:**

- Слушать (и слышать) другого человека - это настоящее искусство, которое очень пригодится в будущей профессиональной деятельности.

- Если преподаватель «скучный», но Вы чувствуете, что он действительно владеет материалом, то скука - это уже Ваша личная проблема (стоит вообще спросить себя, а настоящий ли Вы студент, если Вам не интересна лекция специалиста?).

Существует очень полезный прием, позволяющий студенту оставаться в творческом напряжении даже на лекциях заведомо «неинтересных» преподавателях. Представьте, что перед Вами клиент, который что-то знает, но ему трудно это сказать. Очень многое здесь зависит от того, поможет ли слушающий говорящему лучше изложить свои мысли (или сообщить свои знания). Но как может помочь «скучному» преподавателю студент, да еще в большой аудитории, когда даже вопросы задавать неприлично?

Прием прост – постарайтесь всем своим видом показать, что Вам «все-таки интересно» и Вы «все-таки верите», что преподаватель вот-вот скажет что-то очень важное. И если в аудитории найдутся хотя бы несколько таких студентов, внимательно и уважительно слушающих преподавателя, то может произойти «маленькое чудо», когда преподаватель «вдруг» заговорит с увлечением, начнет рассуждать смело и с озорством (иногда преподаватели сами ищут в аудитории внимательные и заинтересованные лица и начинают читать свои лекции, частенько поглядывая на таких студентов, как бы «вдохновляясь» их доброжелательным вниманием). Если это кажется невероятным (типа того, что «чудес не бывает»), просто вспомните себя в подобных ситуациях, когда с приятным собеседником-слушателем Вы вдруг обнаруживаете, что говорите намного увереннее и даже интереснее для самого себя. Но «маленького чуда» может и не произойти, и тогда главное - не обижаться на преподавателя. Считайте, что Вам не удалось «заинтересовать» преподавателя своим вниманием (он просто не поверил в то, что Вам действительно интересно).

- Чтобы быть более «естественным» и чтобы преподаватель все-таки поверил в вашу заинтересованность его лекцией, можно использовать еще один прием. Постарайтесь молча к чему-то «придаться» в его высказываниях. И когда вы найдете слабое звено в рассуждениях преподавателя, попробуйте «про себя» поспорить с преподавателем или хотя бы послушайте, не станет ли сам преподаватель «опровергать себя» (иногда опытные преподаватели сначала подбрасывают провокационные идеи, а затем как бы сами с собой спорят). В любом случае, несогласие с преподавателем - это прекрасная основа для диалога (в данном случае - для «внутреннего диалога»), который уже после лекции, на семинаре может превратиться в диалог реальный. Естественно, не следует извращать данный прием и всем своим видом показывать преподавателю, что Вы его «презираете», что он «ничтожество» и т. п. Критика (особенно критика преподавателя) должна быть конструктивной и доброжелательной.

- Если Вы в чем-то не согласны (или не понимаете) с преподавателем, то совсем не обязательно тут же перебивать его и, тем более, высказывать свои представления, даже если они и кажутся Вам верными. Перебивание преподавателя на полуслове - это верный признак



невоспитанности. А вопросы следует задавать либо после занятий (для этого их надо кратко записать, чтобы не забыть), либо выбрав момент, когда преподаватель сделал хотя бы небольшую паузу, и обязательно извинившись. Неужели не приятно самому почувствовать себя воспитанным человеком, да еще на глазах у целой аудитории?

#### **Правила конспектирования на лекциях:**

- Не следует пытаться записывать подряд все то, о чем говорит преподаватель. Даже если студент владеет стенографией, записывать все высказывания просто не имеет смысла: важно уловить главную мысль и основные факты.

- Желательно оставлять на страницах поля для своих заметок (и делать эти заметки либо во время самой лекции, либо при подготовке к семинарам и экзаменам).

- Естественно, желательно использовать при конспектировании сокращения, которые каждый может «разработать» для себя самостоятельно (лишь бы самому легко было потом разобраться с этими сокращениями).

- Стараться поменьше использовать на лекциях диктофоны, поскольку потом трудно будет «декодировать» неразборчивый голос преподавателя, все равно потом придется переписывать лекцию (а с голоса очень трудно готовиться к ответственным экзаменам), наконец, диктофоны часто отвлекают преподавателя тем, что студент ничего не делает на лекции (за него, якобы «работает» техника) и обычно просто сидит, глядя на преподавателя немигающими глазами (взглядом немного скучающего «удава»), а преподаватель чувствует себя неуютно и вместо того, чтобы свободно размышлять над проблемой, читает лекцию намного хуже, чем он мог бы это сделать (и это не только наши личные впечатления: очень многие преподаватели рассказывают о подобных случаях).

Для проведения практических занятий предлагается следующая тематика, в соответствии с 7 разделами рабочей программы дисциплины:

1. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи
2. Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов
3. Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом
4. Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции.
5. Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений
6. Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.

**Практическое занятие** – это одна из форм учебной работы, которая ориентирована на закрепление изученного теоретического материала, его более глубокое усвоение и формирование умения применять теоретические знания в практических, прикладных целях.

Особое внимание на семинарских занятиях уделяется выработке учебных или профессиональных навыков. Такие навыки формируются в процессе выполнения конкретных заданий – упражнений, задач и т.п. – под руководством и контролем преподавателя.

Готовясь к семинарскому занятию, тема которого всегда заранее известна, студент должен освежить в памяти теоретические сведения, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы, подобрать необходимую учебную и справочную литературу. Только это обеспечит высокую эффективность учебных занятий.

Отличительной особенностью семинарских занятий является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов; преподаватель, давая студентам возможность свободно высказаться по обсуждаемому вопросу, только помогает им правильно построить обсуждение. Такая учебная цель занятия требует, чтобы учащиеся были хорошо подготовлены к нему. В противном случае занятие не будет действенным и может превратиться в скучный обмен вопросами и ответами между преподавателем и студентами.

#### **При подготовке к практическому занятию:**

- проанализируйте тему занятия, подумайте о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение;
- внимательно прочитайте материал, данный преподавателем по этой теме на лекции;
- изучите рекомендованную литературу, делая при этом конспекты прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на занятии;
- постарайтесь сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументирование его обосновать;
- запишите возникшие во время самостоятельной работы с учебниками и научной литературой вопросы, чтобы затем на практическом занятии получить на них ответы.

#### **В процессе работы на практическом занятии:**

- внимательно слушайте выступления других участников занятия, старайтесь соотнести, сопоставить их высказывания со своим мнением;
- активно участвуйте в обсуждении рассматриваемых вопросов, не бойтесь высказывать свое мнение, но старайтесь, чтобы оно было подкреплено убедительными доводами;
- если вы не согласны с чьим-то мнением, смело критикуйте его, но помните, что критика должна быть обоснованной и конструктивной, т.е. нести в себе какое-то конкретное предложение в качестве альтернативы;
- после семинарского занятия кратко сформулируйте окончательный правильный ответ на вопросы, которые были рассмотрены.

Практическое занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию у них умения самостоятельно работать с учебной литературой и первоисточниками, освоению ими методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студента на практическом занятии позволяет судить о том, насколько успешно и с каким желанием он осваивает материал курса.

## **16. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

### **16.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимы следующие программное обеспечение и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека «iprbookshop.ru».

### **16.2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима следующая материально-техническая база:

1. Слайд-проектор,
2. Экран,
3. Мультимедиа-проектор,
4. Телевизор.

**Рабочую программу дисциплины разработал:** Джусов Ю.П., к.т.н.