

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.8 Техника высоких напряжений**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по направлению подготовки**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**направленность (профиль) «Высоковольтные электроэнергетика и**  
**электротехника»**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**заочная**

форма обучения

**2018**

год набора

**Составитель:**  
Морозов И.Н., канд. техн. наук, доцент  
кафедры физики, биологии и  
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,  
биологии и инженерных технологий  
(протокол № 8 от 15 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой



Николаев В.Г.

подпись

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – Целью изучения дисциплины является формирование 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.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

**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. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

– способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

– готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

**3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Электрофизические основы техники высоких напряжений», «Изоляция установок высокого напряжения».

Изучение дисциплины «Техника высоких напряжений» необходимо для успешного усвоения таких предметов, как «Электроэнергетические системы и сети», «Диагностика и изоляции», а также для квалифицированной профессиональной деятельности.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	7	3	108	6	12	-	18	4	90	-	-	-
4	8	1	36	-	-	-	-	-	27	-	9	Экзамен
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>117</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>Экзамен</b>

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1.	Основные положения курса.	1		-	1	-	7
2.	Высоковольтная изоляция. Внешняя	1	1	-	2	-	7
3.	Высоковольтная изоляция. Внутренняя	1	1	-	2	-	7
4.	Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения.	1	1	-	2	-	7
5.	Задачи и цели профилактики изоляции.	1	1	-	2	-	7
6.	Методы контроля изоляции и профилактических испытаний.	1	1	-	2	-	7
7.	Молниезащита и грозовые перенапряжения.	-	1	-	1	-	7
8.	Определение числа грозовых отключений линии.	-	1	-	1	-	7
9.	Предельные параметры волн,	-	1	-	1	-	7

	набегающих на подстанцию.						
10.	Внутренние перенапряжения.	-	1	-	1	-	7
11.	Координация изоляции.	-	1	-	1	-	7
12.	Вентильные разрядники.	-	1	-	1	-	10
13.	Методы испытаний и диагностики изоляции.	-	1	-	1	-	10
14.	Генераторы импульсных напряжений.	-	-	-	-	2	10
15.	Измерение высоких напряжений электростатическими вольтметрами.	-	-	-	-	2	10
	<b>Итого:</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>117</b>
	<b>Экзамен</b>						<b>9</b>

*Содержание разделов дисциплины*

№ темы	Содержание темы
1.	Основные положения курса. Основные направления и задачи ТВН в энергетике, электротехнологии, физике. Общая характеристика содержания курса ТВН. Основные промышленные и научно-технические центры развития ТВН в России и за границей. Работы ученых в области ТВН. Основные проблемы развития электроэнергетики. Влияние энергосистем СВН и УВН на окружающую среду.
2.	Высоковольтная изоляция. Внешняя изоляция. Изоляция высоковольтных ЛЭП. Роль газовых диэлектриков в изоляции электрических установок и аппаратов высокого напряжения. Общая характеристика газового разряда. Способы повышения разрядных напряжений в практических конструкциях (применение экранов, ребер, выравнивание распределения напряжения при помощи полупроводящих покрытий).
3.	Внутренняя изоляция. Требования, предъявляемые к изоляции, условия ее работы в электрических аппаратах и конструкциях.
4.	Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения. Классификация видов изоляции энергетических систем и краткая их характеристика. Изоляция конденсаторов, трансформаторов, вращающихся машин и кабелей.
5.	Задачи и цели профилактики изоляции. Явления в многослойных диэлектриках и физические основы методов профилактики.
6.	Методы контроля изоляции и профилактических испытаний. Аппаратура, используемая при профилактических испытаниях. Профилактика изоляции высоковольтных конструкций.
7.	Молниезащита и грозовые перенапряжения. Грозозащита линий электропередачи. Разряд молнии. Физика индуцированных перенапряжений и перенапряжений прямого удара молнии. Параметры молнии. Молниеотводы и их зоны защиты.
8.	Определение числа грозовых отключений линии. Грозозащита подстанций от ПУМ и проходящих волн. Определение напряжения на вентильном разряднике при набегающей волне с ЛЭП. Допустимое расстояние между трансформатором и разрядником.
9.	Предельные параметры волн, набегающих на подстанцию. Выбор длины грозозащитного подхода. Типовая схема грозозащиты подстанции от набегающих волн.
10.	Внутренние перенапряжения. Классификация перенапряжений. Общая характеристика внешних и внутренних перенапряжений, их кратность,

	длительность. Внутренние перенапряжения: перенапряжения при отключении ненагруженных линий и емкостей; перенапряжения при отключении индуктивностей и ненагруженных трансформаторов; перенапряжения при несимметричных к.з.; феррорезонанс; перенапряжения в системах с изолированной нейтралью. Перенапряжения при перемежающихся дугах. Дугогасящие аппараты, смещение нейтрали. Заземление нейтралей электрических систем. Виды заземления нейтрали.
11.	Координация изоляции. Проблема координации изоляции. Приведение изоляции к «норме». Защитные разрядники. Типы разрядников, их назначение и основные требования к ним. Принципы защиты. Искровой защитный промежуток, принцип действия, конструкция, достоинства и недостатки. Трубочатые разрядники. Принцип действия, устройство. Достоинства и недостатки. Пределы отключаемых токов.
12. -	Вентильные разрядники. Принцип действия. Конструкции. Характеристики искровых промежутков и рабочих сопротивлений. Вентильные разрядники с магнитным гашением дуги. Принцип действия и параметры. Высокоточные окисноцинковые ограничители перенапряжений. Принцип действия и конструкция. Условия работы.
13.	Методы испытаний и диагностики изоляции. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. Методы получения высоких постоянных и переменных напряжений их краткая характеристика. Испытательные трансформаторы.
14.	Генераторы импульсных напряжений. Методы измерения высоких напряжений и импульсных токов и их краткая характеристика. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений шаровыми разрядниками.
15.	Измерение высоких напряжений электростатическими вольтметрами. Измерение импульсных токов ферромагнитными регистраторами. Применение делителей напряжения и электронных осциллографов для измерения высоких напряжений.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### Основная литература:

1. Лыкин А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие.-НГТУ, 2013, 227 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=228767](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=228767)
2. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: в 2-х томах. - М.: МЭИ, 2006 (12 экз)
3. Бочаров Ю. Н. Техника высоких напряжений: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2013, 265 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=363032](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363032)

### Дополнительная литература

1. Шаталов А. Ф. Моделирование в электроэнергетике. - Агрус, 2014, 140 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=277510](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277510)
2. Цапенко Е. Ф. Перенапряжения в системах электроснабжения: учебное пособие - Издательство Московского государственного горного университета, 2008, 63 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=100035](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=100035)

3. Юриков П. А. Перенапряжения и электрическая прочность высоковольтной изоляции - Энергия, 1964, 72 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=118034](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=118034)
4. Гуревич В. И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса: учебно-практическое пособие  
Инфра-Инженерия, 2016, 299 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=444165](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444165)
5. Чеботаев Н. И. Электрификация горного производства: учебное пособие для вузов - Горная книга, 2010, 136 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=100039](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=100039)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

### **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.