

**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.10 Изоляция установок высокого напряжения**

(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

**очная**

форма обучения

**2018**

год набора

**Составитель:**  
Морозов И.Н., к.т.н., 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 подготовка инженеров в области электрической изоляции установок и оборудования высокого напряжения. При этом основное внимание уделяется принципам построения и эксплуатационным характеристикам высоковольтных изоляционных конструкций.

*Задачей* изучения дисциплины является ознакомление студентов с классификацией высоковольтной изоляции, с принципами ее построения и важнейшими характеристиками, определяющими основные технико-экономические показатели и эксплуатационные качества, а также ознакомление с изоляционными конструкциями основных видов высоковольтного оборудования энергосистем.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать назначение электрической изоляции оборудования высокого напряжения, требования к ней, принципы построения высоковольтных изоляционных конструкций, их основные характеристики и технические средства обеспечения требуемых сроков службы и показателей надежности;
- уметь оценивать габариты изоляционных конструкций, определять их качество по основным параметрам, правильно устанавливать допустимые режимы эксплуатации; иметь навыки выбора изоляционных расстояний и средств регулирования электрических полей в высоковольтных конструкциях, анализа характеристик изоляции основных видов оборудования высокого напряжения.

## **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);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

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

Дисциплина "Изоляция установок высокого напряжения" входит в вариативную часть цикла бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Курс изучается при наличии необходимой начальной подготовки по дисциплинам:

- физике - физические свойства веществ, их агрегатное состояние, электропроводность, поляризация, диэлектрические потери, электрическая прочность диэлектриков, силовые и энергетические характеристики электрического поля;
- химии - свойства природных и синтетических органических материалов, понятие о старении электрической изоляции, понятие о термопластичной и терморезистивной изоляции и областях их применения;
- теоретическим основам электротехники - электрические цепи, законы распространения импульсных волн по длинным линиям электропередачи, резонансные и феррорезонансные явления в электроустановках, а также составление и анализ электрических схем электрических сетей и систем.

- электрофизическим основам техники высоких напряжений - процессы формирования электрического разряда при воздействии напряжения промышленной частоты, грозовых и коммутационных импульсов.

Курс логически и содержательно связан с такими дисциплинами профессионального цикла как электротехническое и конструкционное материаловедение, техника высоких напряжений.

#### 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 зачетных 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						
3	6	4	144	34	16	16	66	16	42	-	36	Экзамен
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>36</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	<i>Раздел 1. Внешняя изоляция</i> <b>Тема 1. Основные характеристики внешней изоляции.</b> Электрическая изоляция оборудования и установок высокого напряжения. Общие сведения.	2	2	-	4	2	2

	Назначение электрической изоляции. Общие требования к изоляции оборудования и установок высокого напряжения. Понятие об изоляции внешней и внутренней, сомовостанавливающейся и несомовостанавливающейся.						
	Внешняя изоляция оборудования и установок высокого напряжения. Классификация изоляции. Особенности внешней изоляции и их практическое значение. Типовые элементы внешней изоляции. Классификация воздушных изоляционных промежутков.	2	-	2	4	-	4
2	<b>Тема 2. Электрическая прочность внешней изоляции.</b> Разрядные напряжения чисто воздушных промежутков со слабо и резко неоднородными электрическими полями. Корона в воздухе: условия возникновения, необходимость устранения или ограничения.	2	2	-	4	2	4
3	<b>Тема 3. Способы увеличения электрической прочности внешней изоляции.</b> Разрядные характеристики воздушных промежутков вдоль поверхностей твердой изоляции: механизм развития разряда, влияние атмосферных осадков и степени загрязненности атмосферы, роль ребер на поверхности изоляторов. Регулирование электрических полей во внешней изоляции.	2	-	2	4	-	4
4	<b>Тема 4. Изоляторы ЛЭП</b> Высоковольтные изоляторы. Назначение и классификация изоляторов. Материалы для изоляторов внутренней и наружной установки. Основные конструкции фарфоровых, стеклянных и пластмассовых подвесных, опорных и проходных изоляторов. Основные задачи проектирования внешней изоляции: выбор изоляционных расстояний, формы и размеров электродов, конфигурации поверхностей изоляторов.	4	2	-	6	2	4

5	<p><b>Раздел II. Внутренняя изоляция электроустановок</b></p> <p><b>Тема 5. Общие сведения о внутренней изоляции.</b> Внутренняя изоляция оборудования и установок высокого напряжения. Назначение внутренней изоляции. Особенности внутренней изоляции и их практическое значение. Кратковременная и длительная электрическая прочность внутренней изоляции.</p>	2	-	2	4	-	4
6	<p><b>Тема 6. Способы увеличения электрической прочности внутренней изоляции.</b> Общие принципы построения внутренней изоляции оборудования высокого напряжения: комбинирование диэлектрических материалов, регулирование электрических полей.</p>	4	2	-	6	2	4
	<p>Закономерность старения внутренней изоляции, характеристики частичных разрядов; тепловое старение внутренней изоляции. Допустимые испытательные и рабочие напряженности электрического поля, температуры.</p>	2	-	2	4	-	4
7	<p><b>Тема 7. Основные виды и характеристики внутренней изоляции электроустановок.</b> Основные виды внутренней изоляции: масло-барьерная, бумажно-пропитанная, полимерная, литая эпоксидная, на основе смолы и высокопрочных газов.</p>	4	2	-	6	2	2
	<p>Основные этапы проектирования внутренней изоляции оборудования высокого напряжения: разработка технических требований, в том числе к уровню электрической прочности, ресурсу, показателям надежности и экологической чистоте, выбор вида внутренней изоляции, определение допустимых внешних воздействий, структура геометрии и размеров, технологии изготовления.</p>	2	-	2	4	-	2
	<p>Высоковольтные изоляторы. Назначение и классификация изоляторов. Материалы для изоляторов внутренней и наружной установки.</p>	2	2	-	4	2	2

Основные конструкции фарфоровых, стеклянных и пластмассовых подвесных, опорных и проходных изоляторов.	2	-	2	4	-	2
Изоляция основных видов высоковольтного оборудования энергосистем. Общие сведения об изоляции основных видов высоковольтного оборудования.	2	2	2	6	2	2
Структура, конструкции основных узлов и основы технологии изготовления изоляции силовых и измерительных трансформаторов, вращающихся машин, силовых конденсаторов.	2	2	2	6	2	2
Итого:	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>42</b>
<b>Экзамен</b>						<b>36</b>

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

### **а) основная литература:**

1. Лизалек Н. Н., Князева О. А., Мочалин К. С., Солнцев Г. Е., Татьянченко Л. Н. Перенапряжения и молниезащита: водный транспорт: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 360 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=364598](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364598)
2. Привалов Е. Е. Диагностика электроэнергетического оборудования: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 227 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=428595](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=428595)
3. Левин В. М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Ч. 1: учебное пособие. НГТУ, 2011. 116 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=228919](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=228919)
- 4.

### **б) дополнительная литература:**

1. Привалов Е. Е. Диагностика оборудования кабельных линий электропередач: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 60 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=276287](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276287)
2. Привалов Е. Е. Диагностика масляных выключателей электроэнергетического оборудования: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 66 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=276285](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276285)
3. Привалов Е. Е. Диагностика внешней изоляции электроэнергетического оборудования: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 70 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=276296](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276296)
4. Привалов Е. Е. Диагностика оборудования воздушных линий электропередач: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 70 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=276294](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276294)

## **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 "Информо" 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.