

**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.ДВ.5.1 Электрофизические основы техники 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

**очная**

форма обучения

**2018**

год набора

**Составитель:**  
Селиванов В.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 подготовка бакалавров в области электрофизических процессов в газах, жидких и твердых диэлектриков при воздействии на них силовых электрических полей. Основное внимание при этом уделяется процессам формирования электрического разряда при воздействии напряжения промышленной частоты, грозовых и коммутационных импульсов.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать** основные закономерности формирования электрических разрядов в различных диэлектрических средах, методы расчета длительной и кратковременной электрической прочности, методы расчета потерь энергии при коронном разряде и экологического влияния;

- **уметь** самостоятельно определить основные факторы, влияющие на электрическую прочность внешней изоляции в конкретных условиях ее работы для последующего теоретического или экспериментального исследования характеристик этой изоляции, анализа результатов исследований и выдачи рекомендаций по повышению электрической прочности и снижению потерь на корону;

- **владеть** навыками расчета начальных и разрядных напряжений, потерь энергии на корону, электромагнитных помех, вызываемых электрическими разрядами.

## **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)

– способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии и техническим заданием нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3).

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

Дисциплина «Электрофизические основы техники высоких напряжений» относится к вариативной части цикла (дисциплина по выбору) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Курс изучается при наличии необходимой начальной подготовки по:

физике - необходимо знание таких вопросов, как физические свойства веществ, их агрегатное состояние, электропроводность, поляризация, диэлектрические потери, электрическая прочность диэлектриков, силовые и энергетические характеристики электрического поля;

химии - из данной дисциплины необходимо знание таких вопросов, как свойства природных и синтетических органических материалов, понятие о старении электрической изоляции, понятие о термопластичной и термореактивной изоляции и областях их применения.

Курс «Электрофизические основы техники высоких напряжений» логически, содержательно и методически связан с такими дисциплинами цикла как электротехническое материаловедение и конструкционное материаловедение.

**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 5 зачетных единицы, 180 часов.  
(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	5	5	180	32	16	16	64	-	80		36	Экзамен
<b>Итого:</b>		<b>5</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>80</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.	Особенности структуры и движения частиц в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Основные физические характеристики структуры газов, жидких и твердых диэлектриков.	2	2	-	6	-	4
		4					
2.	Особенности движения частиц в различных средах. Классификация электрофизических процессов.	2	-	2	4	-	4
		2					
3.	Электрофизические процессы в газах. Механизмы пробоя газов. Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика.	2	2	-	4	-	4
		2					

4.	Основные характеристики процессов взаимодействия нейтральных и заряженных частиц газов (сечения взаимодействия, длина свободного пробега, дрейф и диффузия). Ионизация газа электронами, применение электронов, фотоионизация. Коэффициент вторичной ионизации. Рекомбинация. Термоионизация и понятие плазмы.	2	-	2	4	-	4
5.	Лавинный механизм развития разряда. Условие самостоятельности. Начальное напряжение. Закон Пашена и подобия электрических разрядов.	2	2	-	4	-	4
6.	Стимерный и лидерный механизмы разряда. Влияние полярности. Временные характеристики разряда. Вольтсекундные характеристики.	2	-	2	4	-	4
7.	Развитие разряда по поверхности твердого диэлектрика. Влияние материала диэлектрика и состояния его поверхности (загрязнения и увлажнения).	2	2	-	4	-	6
8.	Методы расчета начальных и разрядных напряжений. Потери на корону. Классификация электрических полей. Методы расчета начальных напряжений и минимальной электрической прочности.	2	-	2	4	-	8
9.	Коронный разряд. Формы коронного разряда. Потери энергии на корону. Местная и общая корона. Расчет потерь и электромагнитных помех. Методы ограничения потерь и помех.	2	2	-	4	-	4
10.	Электрофизические процессы в жидких диэлектриках. Механизмы пробоя. Ионная и катафоретическая проводимости, поведение коллоидных частиц, заряд частиц. Связь проводимости с вязкостью жидкости. Приэлектродные процессы.	2	-	2	4	-	6
11.	Механизмы пробоя жидкости, влияние примесей и влаги. Разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика.	2	2	4	8	-	8
12.	Электрофизические процессы в твердых диэлектриках. Механизмы пробоя и старения.	2	-	2	4	-	8
13.	Основные виды проводимости твердых диэлектриков. Объемная и поверхностная проводимости. Поляризация диэлектриков. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от температуры и частоты воздействующего напряжения.	2	2	-	4	--	8
14.	Стадии и механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический и тепловой пробой).	2	-	-	2	-	4
15.	Старение диэлектриков (электрическое и термическое). Частичные разряды и их характеристики. Срок службы изоляции.	2	2	-	4	-	4
	Итого:	32	16	16	64	-	80
	<b>Экзамен</b>						36

## Содержание разделов дисциплины

Таблица содержание дисциплины в полной мере отражает тематическое наполнение каждого занятия, поэтому более подробное описание каждой темы в отдельности не требуется.

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

#### **а) основная литература:**

1. 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)
2. Приборы физической электроники. Учеб. пособие для студентов вузов./ под ред. А.И. Астайкина. - М.: Высшая школа, 2008 (11 экз.)

#### **б) дополнительная литература:**

1. Головкин А.А. и др. Генераторы высоких и сверхвысоких частот. Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. - М.: Изд-во "Высшая школа", 2003 (8 экз.)
2. Титков В. В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2011, 185 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=362996](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=362996)
3. Карпова И. М. Компьютерные технологии в науке и производстве: Расчет физических полей в электроэнергетике: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2010, 212 с.- [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=362979](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=362979)
4. Привалов Е. Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. 3. Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие - Агрус, 2013, 156 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=232924](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232924)

### **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.