

**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.13 Энергетическое оборудование высокого напряжения и его**  
**надежность**

---

(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

**2017**

---

год набора

**Составитель:**

Ефимов Б.В., д.т.н., профессор  
кафедры физики, биологии и  
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,  
биологии и инженерных технологий  
(протокол № 4 от 16 мая 2017 г.)

Зав. кафедрой



подпись

Николаев В.Г.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – Цель курса: В процессе изучения курса студенты овладевают основами теории надежности, методами расчета надежности электрооборудования и систем передачи электроэнергии, а также достижения заданного уровня надежности систем электроснабжения и их элементов.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать** электрооборудование высокого напряжения (определения, термины, стандарты), классификацию, назначение, область применения различных видов оборудования, тенденции в области разработки новых видов оборудования, критерии выбора, основные технические характеристики, обозначения в схемах и документации, основные понятия (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость), основные показатели надежности (вероятность безотказной работы, технический ресурс, срок службы), оборудование и его элементы, работающие до первого отказа, теоретическое и статистическое определение функции надежности, плотность вероятности отказа элементов, законы надежности.

- **уметь** определять перечисленные выше характеристики надежности единичного элемента либо на основе испытаний, либо на основе анализа статистики эксплуатации; составлять расчетные схемы для определения характеристик надежности сложных систем при известных характеристиках надежности для отдельных элементов; Выбирать оборудование в зависимости от его положения в технологической цепочке: производство – преобразование – передача – распределение и потребление электрической энергии; сопоставлять основные технические характеристики и применять критерии выбора для соответствующего электрооборудования.

- **владеть** навыками расчета задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем.

## **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 участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);

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

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

Данная дисциплина является обязательной.

Дисциплина опирается на материал следующих дисциплин:

Физика;

Теоретические основы электротехники;

Общая энергетика;

Электрические машины;

Электротехническое и конструкционное материаловедение.

Изоляция установок высокого напряжения

Высоковольтные и электротехнологические процессы и аппараты

Изучение дисциплины необходимо для освоения следующих учебных дисциплин:

Электрические станции и подстанции;

Релейная защита электроэнергетических систем;

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 3 зачетных единицы, 108 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						
4	7	2	72	6	-	10	16	-	56	-	-	-
4	8	1	36	-	-	-	-	-	32	-	4	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>Зачет</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.	Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	1	-	-	1	-	8
2.	Понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике.	1	-	1	2	-	8
3.	Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов.	1	-	1	2	-	8
4.	Надежность системы независимых	1	-	1	2	-	8

	элементов						
5.	Резервирование в технических системах	1	-	1	2	-	8
6.	Обеспечение надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем.	1	-	1	2	-	8
7.	Методы расчета надежности сложных схем электроснабжения.	-	-	1	1	-	8
8.	Понятия о структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем.	-	-	1	1	-	8
9.	Методы расчета интегральных характеристик режимов в СЭС произвольной сложности и конфигурации.	-	-	1	1	-	8
10.	Экономические аспекты надежности, проблемы синтеза по уровню надежности.	-	-	1	1	-	8
11.	Сведения о современных методах расчета надежности ЭЭС и СЭС.	-	-	1	1	-	8
	Итого:	6	-	10	16	-	88
	<b>зачет</b>						

### Содержание разделов дисциплины

№ темы	Содержание темы
1.	<p>Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.</p> <p>Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности. Методы и средства обеспечения надежности в технических и электроэнергетических системах.</p>
2.	<p>Понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике.</p> <p>Понятие отказа в электроэнергетической системе. Классификация отказов. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем. Приемы идентификации "элемента" и "системы" при анализе надежности в электроэнергетических системах Показатели (характеристики) надежности элемента, эксплуатируемого до первого отказа.</p>
3.	<p>Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов.</p> <p>Математические модели отказов и восстановления элементов систем электроснабжения.</p> <p>Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации</p>

	при формировании систем дифференциальных уравнений.
4.	Надежность системы независимых элементов Последовательное и параллельное соединение элементов в смысле надежности Надежность системы при последовательно-параллельном соединении элементов Оценка надежности главных схем коммутации станций, подстанций и схем электроснабжения потребителей
5.	Резервирование в технических системах Виды резервирования. Понятие нагруженного и ненагруженного резервов Применение процесса гибели и размножения к резервированию с восстановлением
6.	Обеспечение надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем. Определение структуры межсистемных связей и резерва генерирующей мощности по заданным характеристикам.
7.	Методы расчета надежности сложных схем электроснабжения. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах.
8.	Понятия о структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности. Основные приемы определения законов распределения параметров режимов в элементах СЭС.
9.	Методы расчета интегральных характеристик режимов в СЭС произвольной сложности и конфигурации. Характеристика обобщенных параметров схем, области их применения. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.
10.	Экономические аспекты надежности, проблемы синтеза по уровню надежности. Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности.
11.	Сведения о современных методах расчета надежности ЭЭС и СЭС. Влияние принципов построения и особенностей управления на уровень надежности электроснабжения потребителей.

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

### **а) основная литература:**

1. Приборы физической электроники. Учеб. пособие для студентов вузов./ под ред. А.И. Астайкина. - М.: Высшая школа, 2008
2. Острейковский В.А. Теория надежности - Издано: Высш. шк. , 2008, 463 с.: ил. (19 экз)

### **б) дополнительная литература:**

1. Дьяков А. Ф. Управление надежностью, долговечностью и безопасностью энергооборудования ТЭС и АЭС Т. 1

- Горная книга, 2008, 428 с. - [Электронный ресурс]. - URL:  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=100042](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=100042)
- 2 . Сопов В. И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе: учебник  
НГТУ, 2013, 728 с.- [Электронный ресурс]. - URL:  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=436278](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436278)
- 3 . Медведев В. В. Применение имитационного моделирования для обеспечения надежности и безопасности судовых энергетических установок- Страта, 2013, 367 с. - [Электронный ресурс]. - URL:  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=230432](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=230432)
- 4 . Надежность систем энергетики. (Сборник рекомендуемых терминов).- Энергия, 2007, 194 с. - [Электронный ресурс]. - URL:  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=58376](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=58376)

## **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 "Информио" 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.