

**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.9 Физико-математические 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., 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



подпись

Николаев В.Г.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – Целями освоения дисциплины (модуля) «Физико-математические основы техники высоких напряжений» являются формирование у студента представлений о методах решения задач на ЭВМ, расширение представления студентов о моделировании как методе научного познания.

В основе любой модели лежат физические законы, выраженные на языке математики. Для решения прикладных проблем техники высоких напряжений необходимо иметь навыки создания физико-математических моделей явлений и устройств.

Обучающийся должен:

**знать** терминологию, основные понятия и определения, основные виды математических моделей, теоретические основы, способы и методы построения математических моделей, методы, способы и инструментальные средства анализа математических моделей, принципы проверки адекватности моделей;

**уметь** создавать непрерывные и дискретные модели стационарных и динамических систем;

выбирать и разрабатывать алгоритм их решения; оценивать адекватность модели реальной системе;

**владеть** моделированием актуальных проблем высоковольтной электротехники; применения современных программных средств для анализа моделей; обработки результатов экспериментальных исследований.

Овладение студентами теоретическими знаниями и практическими навыками происходит во время изучения лекционного курса, при индивидуальном выполнении практических заданий и во время самостоятельной познавательной деятельности. Контроль работы студентов над курсом состоит из итогового контроля (зачет) и текущего, который включает в себя проведение теоретического опроса перед каждым практическим занятием.

## **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);

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

Данная дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин и является обязательной.

Изучению дисциплины предшествуют дисциплины базовой части математического и естественнонаучного цикла «Высшая математика» и «Информатика».

Знания, получаемые студентами за время лекций, являются базовыми для изучения специальных дисциплин «Математические методы моделирования физических процессов», «Переходные процессы и перенапряжения», «Электрофизические основы техники 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 зачетные 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						
2	4	3	108	16	16	34	66	16	42	-	-	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>-</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.	Моделирование как метод познания.	2	2	2	6	2	2
2.	Погрешность результата численного решения задачи.	-	-	4	4	-	2
3.	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.	2	2	2	6	2	2
4.	Численные методы решения систем линейных уравнений.	2	2	4	8	2	2
5.	Интерполирование функций.	2	2	4	8	2	4
6.	Численное дифференцирование.	2	2	4	8	2	2
7.	Численное интегрирование.	2	2	2	6	2	2
8.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	-	4	6	-	4

9.	Расчет физических полей на ЭВМ.	2	2	4	8	2	12
10.	Расчет переходных процессов в электроэнергетике.	-	2	4	6	2	10
	Итого:	16	16	34	66	16	42
	<b>Зачет</b>						

№темы	Содержание темы
1.	Моделирование как метод познания. Цели и задачи моделирования. Моделирование в естественных и технических науках. Компьютерная модель. Численный эксперимент. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Примеры математических моделей в электротехнике и технике высоких напряжений.
2.	Погрешность результата численного решения задачи. Причины возникновения и классификация погрешности. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Погрешности основных арифметических операций. Понятия значащей, верной и сомнительной цифры в записи приближенного числа. Причины возникновения и классификация погрешности. Оценка погрешностей вычислений, возникающих в ЭВМ.
3.	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений. Локализация корней. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод секущих. Метод простой итерации. Сходимость и устойчивость численного метода.
4.	Численные методы решения систем линейных уравнений. Точные и приближенные методы решения систем линейных уравнений. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса. Оценка погрешности решения системы линейных алгебраических уравнений. Практические схемы решения на ЭВМ.
5.	Интерполирование функций. Задачи, приводящие к аппроксимации одной функции другой. Алгебраический интерполяционный многочлен: единственность, форма Лагранжа, оценка погрешности интерполирования. Схема Эйткена. Первый и второй многочлены Ньютона. Многочлены Чебышева, их применение для минимизации оценки погрешности интерполирования. Многочлены Эрмита. Понятия о сплайнах. Практические схемы интерполирования на ЭВМ.
6.	Численное дифференцирование. Постановка задачи численного дифференцирования. Численное дифференцирование на основе интерполяционных многочленов. Численное вычисление первой производной во внутреннем узле таблицы. Общий случай вычисления производной произвольного порядка. Численное дифференцирование на ЭВМ.
7.	Численное интегрирование. Постановка задачи приближенного вычисления определенного интеграла, формула прямоугольников. Формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций. Практическая оценка погрешности квадратурных формул. Формула Симпсона. Квадратурная формула Гаусса, оценка порядка убывания погрешности. Вычислительная погрешность квадратурных формул. Метод Монте-Карла. Численное интегрирование на ЭВМ.
8.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений на ЭВМ.

9.	Расчет физических полей на ЭВМ. Метод конечных элементов. Знакомство с программными комплексами Elcut и FEMM
10.	Расчет переходных процессов в электроэнергетике. Знакомство с программой АТР-ЕМТР

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

### **Основная литература:**

1. Маслобоева С.М. Материаловедение: в 2-х ч.: учеб. пос. Ч.1 Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов./ С.М. Маслобоева. - Апатиты: КФ ПетрГУ, 2009. - 103 с.
2. 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)
3. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: в 2-х томах. - М.: МЭИ, 2006 (12 экз)
4. 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 "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.