

**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.О.02 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

**2019**

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 № 9 от 30 мая 2019 г.)

Зав. кафедрой



Николаев В.Г.

подпись

**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:

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

–

## **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 2 зачетные единицы, 72 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	16	48		24	-	-	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>48</b>		<b>24</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.	Погрешность результата численного решения задачи.	-	-	2	2		2
3.	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.	2	2	-	4		2
4.	Численные методы решения систем линейных уравнений.	2	2	2	6		2
5.	Интерполирование функций.	2	2	2	6		2
6.	Численное дифференцирование.	2	2	2	6		2
7.	Численное интегрирование.	2	2	2	6		2
8.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	-	-	2		2

9.	Расчет физических полей на ЭВМ.	2	2	2	6		4
10.	Расчет переходных процессов в электроэнергетике.	-	2	2	4		4
	Итого:	16	16	16	48		24
	<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.

**Приложение 1 к РПД Физико-математические основы техники высоких напряжений**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) – Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2019**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Физико-математические основы техники высоких напряжений
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит

больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и

обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и

ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

#### **1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария**

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, давайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

### **1.7 Рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

## Планы практических занятий

Тема 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.

*Литература:* [2-11-56].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение понятию «объект».
2. Что такое модель и в каких случаях требуется её создание?
3. Дайте определение моделированию.
4. Назовите основные цели моделирования.
5. На какие группы можно разбить способы моделирования?

Тема 2. 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.

*Литература:* [2-58-79].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что значит найти корень уравнения с точностью  $\varepsilon$  ?
2. Каковы этапы приближенного решения нелинейных уравнений? Какова цель каждого этапа?
3. Теорема о существовании и единственности корня на отрезке. Аналитическое и графическое отделение корней.

4. Метод половинного деления (алгоритм, геометрическая иллюстрация, условие окончания вычислений).
5. Метод хорд (алгоритм, геометрическая иллюстрация, условие окончания вычислений).
6. Метод касательных (условия применимости, алгоритм, геометрическая иллюстрация, условие окончания вычислений).
7. Комбинированный метод (условия применимости, алгоритм, геометрическая иллюстрация, условие окончания вычислений).
8. Метод итераций (алгоритм, геометрическая иллюстрация, условие окончания вычислений, достаточное условие сходимости итерационного процесса).
9. Сравнительная оценка методов уточнения корней.

Тема 3. 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.

*Литература:* [2-80-105].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
2. Метода Гаусса.
3. Метод прогонки.

Тема 4. 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.

*Литература:* [2-106-147].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Постановка задачи аппроксимации.
2. Геометрическая иллюстрация.
3. В чем различие между задачами интерполяции и задачами экстраполяции?
4. В чем суть приближения таблично заданной функции по методу наименьших квадратов?
5. Каким образом сводится задача построения приближающих функций в виде различных элементарных функций к случаю линейной функции?
6. Что такое отклонение?
7. Как можно определить правильность вида выбранной функции?

Тема 5. 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.

*Литература:* [2-148-159].

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется обыкновенными дифференциальными уравнениями (ОДУ)?
2. Что является решением ОДУ?
3. Сформулируйте постановку задачи Коши, краевую задачу.
4. Какие численные методы решения задачи Коши вы знаете?
5. Какие численные методы решения краевых задач вы знаете?
6. В чем состоит основная идея метода Эйлера?
7. Дайте геометрическую интерпретацию метода Эйлера.
8. Почему метод Эйлера называют методом ломаных?
9. Какие разновидности метода Эйлера вы знаете? В чем их разница?
10. В чем заключается метод двойного пересчета? Для чего он нужен?
11. Основная идея метода прогноза и коррекции (модифицированный метод Эйлера). Напишите расчетную формулу этого метода.
12. Каковы порядки точности для всех рассмотренных методов решения ОДУ?
13. Как решается не одно, а система ОДУ?
14. Как решаются ОДУ второго и более порядка?

Тема 6. 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.

*Литература:* [2-160-185].

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Постановка задачи. Геометрическая иллюстрация.
2. Основная идея приближенного численного интегрирования.
3. Формулы Ньютона-Котеса.
4. Численное интегрирование методами прямоугольников (левого, правого, средне-го), погрешность метода.
5. Численное интегрирование методом трапеции, погрешность метода.
6. Численное интегрирование методом Симпсона, погрешность метода.
7. Сравнение методов.
8. Как влияет на точность численного интегрирования величина шага?
9. Каким способом можно прогнозировать примерную величину шага для достижения заданной точности интегрирования?
10. Можно ли добиться неограниченного уменьшения погрешности интегрирования путем последовательного уменьшения шага?

Тема 7. Расчет физических полей на ЭВМ. Метод конечных элементов. Знакомство с программными комплексами Elcut и FEMM

*Литература:* [1-23-76].

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какая матрица называется квадратной?
2. Что будет результатом умножения квадратной матрицы на единичную?
3. Как вычисляют определитель матрицы?

4. Экстремум каких целевых функций  $R(x)$  можно найти методом сканирования?
5. Как повысить точность поиска оптимального решения?
6. Что называется градиентом целевой функции  $R(x)$ ? Каким методом можно найти значение искомого параметра в точке между узлами сетки?

Тема 8. Расчет переходных процессов в электроэнергетике. Знакомство с программой АТР-ЕМТР

*Литература:* [не используется].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое единичная ступенчатая и единичная импульсная функции?
2. Объясните физический смысл переходной и импульсной характеристик
3. Какова связь между переходной и импульсной характеристиками?
4. Какова последовательность расчёта ЭЦ временным методом?
5. Что понимается под спектром периодического несинусоидального воздействия?
6. Как определяются спектральные характеристики непериодического воздействия?
7. Как определить спектр на выходе цепи?

**Приложение 2 к РПД Физико-математические основы техники высоких напряжений**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) – Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2019**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Физико-математические основы техники высоких напряжений
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

**2. Перечень компетенций**

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

## 1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
<p>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.</p>	ОПК-2	<p>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</p>		<p>моделированием актуальных проблем высоковольтной электротехники</p>	
<p>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.</p>	ОПК-2		<p>создавать непрерывные и дискретные модели стационарных и динамических систем</p>	<p>моделированием актуальных проблем высоковольтной электротехники</p>	<p>решение задач</p>
<p>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.</p>	ОПК-2	<p>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</p>	<p>создавать непрерывные и дискретные модели стационарных и динамических систем</p>	<p>применения современных программных средств для анализа моделей</p>	<p>решение задач, выполнение лабораторных работ</p>
<p>Численные методы решения систем линейных уравнений. Точные и приближенные методы решения систем линейных уравнений. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса. Оценка</p>	ОПК-2	<p>терминологию, основные понятия и определения, основные виды математических моделей, теоретические основы, способы и методы построения математических</p>	<p>создавать непрерывные и дискретные модели стационарных и динамических систем</p>	<p>применения современных программных средств для анализа моделей</p>	<p>решение задач, выполнение лабораторных работ</p>

погрешности решения системы линейных алгебраических уравнений. Практические схемы решения на ЭВМ.		моделей, методы, способы и инструментальные средства анализа математических моделей, принципы проверки адекватности моделей			
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.	ОПК-2	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		применения современных программных средств для анализа моделей	решение задач, выполнение лабораторных работ
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.	ОПК-2	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		применения современных программных средств для анализа моделей	решение задач, выполнение лабораторных работ
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.	ОПК-2	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	создавать непрерывные и дискретные модели стационарных и динамических систем	применения современных программных средств для анализа моделей обработки результатов экспериментальных исследований	решение задач, выполнение лабораторных работ
Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных	ОПК-2	терминологию, основные понятия и определения, основные виды математических моделей, теоретические основы, способы и	выбирать и разрабатывать алгоритм их решения; оценивать адекватность модели	применения современных программных средств для анализа моделей	решение задач, выполнение лабораторных работ

уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений на ЭВМ.		методы построения математических моделей, методы, способы и инструментальные средства анализа математических моделей, принципы проверки адекватности моделей	реальной системе	обработки результатов экспериментальных исследований	
Расчет физических полей на ЭВМ. Метод конечных элементов. Знакомство с программными комплексами Elcut и FEMM	ОПК-2	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	выбирать и разрабатывать алгоритм их решения; оценивать адекватность модели реальной системе	моделированием актуальных проблем высоковольтной электротехники применения современных программных средств для анализа моделей	решение задач, выполнение лабораторных работ
Расчет переходных процессов в электроэнергетике. Знакомство с программой АТР-ЕМТР	ОПК-2	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	выбирать и разрабатывать алгоритм их решения; оценивать адекватность модели реальной системе	моделированием актуальных проблем высоковольтной электротехники применения современных программных средств для анализа моделей	решение задач, выполнение лабораторных работ

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Выполнение лабораторных работ

Баллы	Характеристики ответа студента
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- в полном объеме выполнено задание;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- выполнено не менее 85% задания;</li><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- выполнено не менее 65% задания;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>- слабо аргументирует научные положения;</li><li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li><li>- частично владеет системой понятий</li></ul>
0	<ul style="list-style-type: none"><li>- выполнено менее 50% задания;</li><li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li><li>- допускает существенные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li><li>- не может аргументировать научные положения;</li><li>- не формулирует выводов и обобщений;</li><li>- не владеет понятийным аппаратом</li></ul>

### 2. Решение задач

4 балла выставляется, если студент решил все задачи, правильно изложил все варианты их решения.

2 балла выставляется, если студент решил не менее 85% задач, правильно изложил все варианты решения.

1 балл выставляется, если студент решил не менее 65% задач, правильно изложил все варианты их решения.

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задач, и/или неверно указал варианты решения.

**Типовые контрольные задания и методические материалы,  
определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или)  
опыта деятельности, характеризующих этапы формирования  
компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примеры решения задач**

Задание 1. Решить методом Гаусса систему линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3 \end{cases}$$

Проверить полученное решение подстановкой в систему уравнений.

Вариант	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
1	3	5	-7	6	7	2	-2	-1	4	18	17	-9
2	3	5	-7	-1	6	2	5	-1	4	18	2	5
3	-3	5	8	-1	6	2	5	-1	10	7	16	-13
4	-3	5	8	-1	-4	2	5	-1	9	-8	-19	13
5	-3	2	-1	3	-3	2	-5	2	4	8	-15	-9
6	-3	2	7	-1	-3	2	1	2	4	-28	-1	-15
7	4	2	-1	1	-3	2	-5	2	4	15	16	1
8	4	3	-1	1	-2	2	3	2	-1	5	-1	4
9	7	3	-1	1	-2	1	-4	2	-1	29	-14	11
10	7	-2	-1	1	4	1	-4	5	6	-4	26	13

**Примеры лабораторных работ**

Задание 2. Вычислить указанным методом на отрезке  $[a; b]$  корень уравнения  $f(x) = 0$  с точностью до четырех верных знаков. Проверить полученное решение подстановкой в уравнение.

Вариант	$f(x)$	$[a, b]$	Метод
1	$tg(x) + x^2 - 1 = 0$	$[-1, 1]$	половинного деления
2	$10\ln(x) - 3\cos(x) = 0$	$[0, 5]$	половинного деления
3	$arctg(x) - \frac{1}{x} + 2 = 0$	$[0, 3]$	половинного деления
4	$2\sqrt{x} - \frac{4}{x} = 0$	$[0, 5]$	половинного деления
5	$\ln(x) - 5\cos\left(\frac{x}{3}\right) = 0$	$[0, 5]$	половинного деления
6	$2^x - 1 - \cos\left(\frac{x}{2}\right) = 0$	$[0, 5]$	половинного деления
7	$\ln(x) - x^2 + 7x - 8 = 0$	$[0, 5]$	половинного деления
8	$\frac{\sqrt{x}}{3} - ctg(x) = 0$	$[0, 3]$	половинного деления
9	$\arcsin(x) + 2x - 2 = 0$	$[-1, 1]$	половинного деления
10	$\arccos(x^2) - x = 0$	$[-1, 1]$	половинного деления

$$S = \int_a^b f(x) dx$$

Задание 3. Вычислить указанным методом определенный интеграл от функции  $f(x)$ , заданной на отрезке  $[a, b]$  с шагом  $\Delta x$ . Сравнить с точным значением, оценить погрешность.

Вариант	$f(x)$	$[a, b]$	$\Delta x$	Метод
1	$2 + \sqrt{x} \sin(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
2	$e^{-x} \sin(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
3	$(1 + x^2) \sin(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
4	$x + \sin(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
5	$e^{-0.75x}$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
6	$5 + 2e^{-0.5x} \sin(2x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
7	$8 - 4e^{-0.75x} \cos(3x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
8	$5 + 2.5 \sin(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
9	$8 - 4 \cos(x)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников
10	$\sin(x) / (1 + x^2)$	$[0, 8]$	0.4	прямоугольников

### Темы для самостоятельной работы

Примеры физических моделей в электротехнике и технике высоких напряжений (по курсам ТОЭ и ТВН).

Системы исчисления. Структурная схема микропроцессора. Разрядность (точность) представления числовых данных в ЭВМ.

Примеры задач из курсов ТОЭ и ТВН, приводящие к решению алгебраических и трансцендентных уравнений. Нелинейные электрические цепи.

Примеры задач из курсов ТОЭ и ТВН, приводящие к решению систем линейных уравнений. Системы уравнений с комплексными коэффициентами.

Математическая теория обработки результатов экспериментов.

Метод конечных разностей.

Примеры задач из курсов ТОЭ и ТВН, приводящие к вычислению интегралов. Расчет интегральных характеристик электромагнитного поля.

Примеры задач из курсов ТОЭ и ТВН, приводящие к решению систем дифференциальных уравнений. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях.

Изучение справочной системы MathCAD.

Изучение справочной системы программных комплексов Elcut и FEMM.

Изучение справочной системы программы АТР-ЕМТР.

### Вопросы к зачету по дисциплине

1. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа.
2. Аппроксимация и интерполирование функций. Интерполирование сплайнами.
3. Аппроксимация и интерполирование функций. Интерполяционная формула Ньютона.
4. Аппроксимация и интерполирование функций. Метод наименьших квадратов.
5. Вычисление первых производных по трёхточечным схемам.
6. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.
7. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
8. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.
9. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения.

10. Метод конечных разностей решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
11. Метод ложного положения.
12. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений.
13. Метод половинного деления.
14. Метод последовательных приближений решения нелинейных уравнений.
15. Метод простой итерации.
16. Метод секущих.
17. Многошаговые методы Адамса-Башфорта.
18. Модифицированный метод Эйлера.
19. Неявные методы Адамса-Ноултона.
20. Область притяжения корня для итерационных методов решения уравнений.
21. Погрешности квадратурных формул при вычислении определенных интегралов.
22. Погрешности основных арифметических операций.
23. Погрешность интерполяционного полинома.
24. Погрешность результата численного решения задачи.
25. Понятия значащей, верной и сомнительной цифры в записи приближенного числа.
26. Порядок погрешности аппроксимации производной.
27. Правила округления и погрешность округления.
28. Представление чисел в ЭВМ. Погрешности арифметических операций в ЭВМ.
29. Приближенные вычисления определенных интегралов. Квадратурная формула Гаусса.
30. Приближенные вычисления определенных интегралов. Метод Монте-Карло.
31. Приближенные вычисления определенных интегралов. Формула прямоугольников.
32. Приближенные вычисления определенных интегралов. Формула трапеций.
33. Причины возникновения и классификация погрешности.
34. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
35. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге — Кутты.
36. Решение систем линейных уравнений.
37. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса.
38. Решение систем линейных уравнений. Методом Зейделя.
39. Решение систем линейных уравнений. Методом простой итерации
40. Формула Симпсона (формула парабол).
41. Численное дифференцирование. Вычисление производных второго порядка.
42. Численное дифференцирование. Первая производная. Двухточечные методы.
43. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Метод Ньютона.
44. Численное решение уравнений. Локализация (отделение) корней.
45. Численные методы для решения систем нелинейных уравнений.

## 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
направленность (профиль) - Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.О.21</b>	
Дисциплина		<b>Физико-математические основы техники высоких напряжений</b>	
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>4</b>
Кафедра		физики, биологии и инженерных технологий	
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Кириллов И.Е., к.т.н., доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий	
Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>		<b>72/2</b>	Кол-во семестров
			<b>1</b>
		Форма контроля	
		<b>Зачет</b>	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>16/16</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>16/16</b>
		ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>16/16</b>
		СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>24/24</b>

#### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

(код, наименование)

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

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Вводный блок</b>				
Не предусмотрен				
<b>Основной блок</b>				
ОПК-2, ПК-1	Выполнение лабораторных работ	8	24	На лабораторных занятиях
ОПК-2, ПК-1	Решение задач	9	36	На практических занятиях
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
ОПК-2, ПК-1	Зачет	Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<b>Дополнительный блок</b>				
Не предусмотрено				

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов