Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Численные методы решения задач электродинамики и тепломассопереноса»

Направления подготовки
«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника»

Основная профессиональная образовательная программа
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель освоения учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

- формирование навыков и приемов научного метода познания;
- обеспечение требуемого уровня подготовки по дисциплине «Численные методы решения задач электродинамики и тепломассопереноса», необходимого для усвоения смежных общетеоретических и специальных курсов в электроэнергетике и электротехнике;
- выработка творческого подхода к решению научно-технических задач и проблем на основе численных методов в электроэнергетике и электротехнике, с которыми будущему специалисту придется столкнуться на производстве.

Задачи изучения дисциплины:

- создание у студентов основ достаточной теоретической подготовки в области специализации, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в потоке научной и технической информации и обеспечивающей им возможность использования современных подходов к численным методам решения задач электродинамики и тепломассопереноса;
- формирование у студентов научного мышления, в частности, правильности понимания границ применимости численных методов решения задач электродинамики и тепломассопереноса;
- выработка у студентов приемов и навыков применения численных методов решения задач электродинамики и тепломассопереноса для успешного решения практических задач;
- ознакомление студентов с современной аппаратурой, вычислительной техникой и выработка начальных навыков проведения научных исследований на основе численных методов.

Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого НИЯУ МИФИ и определяет круг проблем, которые должен знать каждый выпускник.

Для успешного овладения дисциплиной студентам необходимы знания по дисциплинам: «Математика», «Физика», «Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике».

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3	способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	З-ОПК-3 Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-3 Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов В-ОПК-4 Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-4	способен использовать методы анализа и моделирования элек-	З-ОПК-4 Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин;

	трических цепей и электрических машин	методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока У-ОПК-4 Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик В-ОПК-4 Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии **(В15)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	1.Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности **(В16)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, свя-	

		занной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 4-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц,180 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1-3	Математическое моделирование и численные методы	32	2	-	-	38	КЛ1	10
2	4-7	Математические задачи в электроэнергетике	148/4	6/2	-	12/2	122	КЛ2	40
Вид промежуточной аттестации			**180/4**	**8/2**	**-**	**12/2**	**160**	**Э**	**50**

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Лекция 1. Методы математического моделирования 1. Основные принципы математического моделирования 2. Этапы построения моделей 3. Исследование моделей 4. Математические модели в научных исследованиях	0,5	1 -8

Компьютерные технологии 1. Численные методы поиска экстремума 2. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов 3. Вычислительный эксперимент 4. Пакеты прикладных программ	1	
Информационные технологии 1. Принятие решений 2. Исследование операций и искусственный интеллект	0,5	1 -8
Лекция 2. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений 1. Использование функций MathCAD для решения уравнений и систем нелинейных уравнений 2. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений программированием методов половинного деления, хорд, простой итерации, метода Ньютона	2	
Лекция 3. Численные методы решения определенных интегралов 1. Использование функций MathCAD для решения определенных интегралов 2. Программирование метода прямоугольников, трапеций, Симпсона	1	
Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений 1. Метод Эйлера 2. Метод Эйлера с уточнением 3. Метод Рунге-Кутта 4. Использование функций MathCAD для решения задачи Коши. 5. Использование функций MathCAD для решения краевой задачи. 6. Использование функций MathCAD для решения систем дифференциальных уравнений	1	
Лекция 4 Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных 1. Основные понятия метода конечных разностей. 2.Способы представления частных производных. 3.Разностные схемы. 4.Встроенные операторы системы MathCAD для решения уравнений с частными производными (УЧП). 5.Блок решения Pdesolve. 6.Блок решения relax, multigrid. 7.Простейшие уравнения с частными производными и их классификация. 8.Примеры представления УЧП в системе MathCAD. 9.Проверка устойчивости решений. 10.Критерии сходимости решения применяемых численных методов к точному решению. 11. Решение задачи для колебаний закрепленной струны. 12.Частный случай «телеграфного уравнения». 13.Волновое уравнение как простейший вид уравнения гиперболического вида. 14.Уравнение колебаний закрепленной прямоугольной мембраны и аналитический вид решения. 15.Теплоперенос и его виды. 16.Основное уравнение, определяющее теплоперенос. 17.Массоперенос и его роль при передаче энергии. 18.Применение стандартных функций системы MathCAD для решения задач теплопереноса. 19.Блоки решения relax, multigrid. 20.Задача о распределении температуры в квадратной пластине.	2	

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Тема 1. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений 1. Использование функций MathCAD для решения уравнений и систем нелинейных уравнений 2. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений программированием метода половинного деления, хорд, простой итерации, метода Ньютона	2	1 -8
Тема 2. Численные методы решения определенных интегралов 1. Использование функций MathCAD для решения определенных интегралов 2. Программирование метода прямоугольников, трапеций, Симпсона	2	1 -8
Тема 3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений 1. Использование функций MathCAD для решения задачи Коши. 2. Использование функций MathCAD для решения краевой задачи. 3. Использование функций MathCAD для решения систем дифференциальных уравнений	4	1 -8
Тема 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных 1. Использование стандартных функций MathCAD 2. Метод конечных разностей. 3. Решение задачи колебаний закрепленной струны. 4. Решение волнового уравнения. 5. Решение уравнения Лапласа.	4	1 -8

Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Методы математического моделирования 1. Основные принципы математического моделирования 2. Этапы построения моделей 3. Исследование моделей 4. Математические модели в научных исследованиях	18	1 -8
Компьютерные технологии 1. Численные методы поиска экстремума 2. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов 3. Вычислительный эксперимент 4. Пакеты прикладных программ	10	
Информационные технологии 1. Принятие решений 2. Исследование операций и искусственный интеллект	10	
Решение уравнений и систем нелинейных уравнений 1. Использование функций MathCAD для решения уравнений и систем нелинейных уравнений 2. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений программи-	30	

рованием методов половинного деления, хорд, простой итерации, метода Ньютона		
Численные методы решения определенных интегралов 1. Использование функций MathCAD для решения определенных интегралов 2. Программирование метода прямоугольников, трапеций, Симпсона	20	
Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений 1. Метод Эйлера 2. Метод Эйлера с уточнением 3. Метод Рунге-Кутта 4. Использование функций MathCAD для решения задачи Коши. 5. Использование функций MathCAD для решения краевой задачи. 6. Использование функций MathCAD для решения систем дифференциальных уравнений	30	
Метод конечных разностей. 1. Построение в области решения равномерной сетки, содержащей *n* узловых точек. Представление производных в конечно-разностной форме. 2. Понятие метода конечных элементов и метода граничных элементов. 3. Простейшие дифференциальные уравнения с частными производными (УЧП) и их классификация. 4. Примеры представления УЧП в системе MathCAD. 5. Начальные и граничные условия; их роль в решении задач электродинамики и тепломассопереноса. 6. Сравнение решений УЧП, полученных численными методами с аналитическими решениями. Проверка устойчивости решений. Устойчивость схемы решения и условие Куранта 7. Волновое уравнение как простейший вид уравнения гиперболического вида. 8. Уравнение колебаний закрепленной прямоугольной мембраны и аналитический вид решения. 9. Решение задачи для колебаний закрепленной струны. 10. Частный случай «телеграфного уравнения». 11. Понятия явлений тепломассопереноса. Теплоперенос и его виды. 12. Основное уравнение, определяющее теплоперенос. Примеры процессов теплопереноса. 13. Массоперенос и его роль при передаче энергии. Уравнение диффузии. 14. Применение стандартных функций системы MathCAD для решения задач теплопереноса.	42	

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Контрольная работа для заочной формы обучения

Задание для контрольной работы

1. Изучить численные методы решения нелинейных уравнений (половинного деления, метод хорд, метод простой итерации, метод Ньютона

2. Изучить численные методы решения определенных интегралов (методы прямоугольников, трапеций, Симпсона

3. Найти приближенное значение корня нелинейного уравнения

3.1 построить график функции $f(x)$ и приблизительно определить один из корней уравнения; решить уравнение $f(x)= 0$ с точностью $e=10^{-4}$ с помощью встроенной в *Mathcad* функции *root(f(x),x)*; методом Ньютона (касательных), используя функцию *until*; определить число итераций с помощью функции *last.*

3.2 решить нелинейное уравнение $f(x) = 0$, составив программы вычислений (используя панель программирования программы *Mathcad*) искомого корня, численными методами: половинного деления, хорд, простой итерации, Ньютона.

4. Найти приближенное решение определенного интеграла с использованием программирования численных методов: прямоугольников, трапеций, Симпсона, а именно: определить "точное" значение искомого интеграла с помощью встроенного в MathCAD численного метода, найти искомое решение методами прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценить погрешность всех методов, выполнить проверку результатов расчетов с помощью операторов суммы и арифметики MathCAD.

Вариант определяется номером по списку в журнале группы (по прошлому семестру) плюс 3. Варианты заданий приведены в методических указаниях.

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научную работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий с использованием ПК. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Раздел 1	З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4	Коллоквиум (письменно)
3	Раздел 2	З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4	Коллоквиум (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4	Вопросы (письменно)

Входной контроль по дисциплине предусматривает краткие ответы на вопросы. Входной контроль включает 10 вопросов из списка, проводится в письменной форме.

Вопросы входного контроля

1. Какие матрицы называются равными?

2. В каких случаях возможно перемножение двух матриц ?
3. В каких случаях существуют произведения как АВ так и ВА?
4. Что называется минором и алгебраическим дополнением элементов матрицы ? В чем отличие между ними ?
5. Сформулируйте правило Крамера.
6. Как осуществляется транспонирование матрицы ?
7. В чем суть метода элементарных преобразований получения обратной матрицы ?
8. Что такое ранг матрицы ?
9. Что такое основная и расширенная матрицы системы ?
10. Виды и способы рения дифференциальных уравнений;
11 . Способы решения линейных уравнений;
12. Способы решения нелинейных уравнений;
13. Производная сложной функции.
14. Производная обратной функции.
15. Производные обратных тригонометрических функций.
16. Дифференцирование функции.
17. Дифференциал и его свойства.
18. Первообразная.
19. Неопределенный интеграл.
20. Основные свойства неопределенного интеграла.
21. Интегрирование по частям и методом замены переменной.
30. Основные понятия термодинамики
31. Что такое термодинамическое равновесие?
32. Какое уравнение называется уравнением теплового баланса?
33. Что называется теплопередачей?
34. Что такое электрическое поле? Каковы его источники?
35. Что такое напряженность электрического поля?
36. Что такое электрический ток?
37. Какой закон выражает величину силы тока в электрической цепи?
38.Что такое магнитное поле и чем оно создается?
39. Какие программные продукты можно использовать для решения прикладных задач?

Текущий контроль по темам проводится в виде выполнения практических работ, выполняемых на ПК, направленных на решение конкретных задач индивидуально каждым студентом.

На этапе аттестации разделов используется: письменные ответы на вопросы коллоквиума (КЛ).

Коллоквиум проводится в письменной форме и предполагает краткие ответы на основные вопросы, изучаемые в рамках раздела курса. Коллоквиум содержит вопросы по разделам дисциплины, проводится на 8 и 16 неделе обучения. На выполнение задания отводится 45 минут. Максимальная оценка коллоквиума составляет 10 баллов.

ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА ПО 1 РАЗДЕЛУ

1. Запишите выражение определяющее X_n по методу прогонки.
2. Что является решением уравнения по методу половинного деления?
3. Запишите координаты точки, из которой проводят касательные для метода Ньютона.
4. Запишите выражение определяющее коэффициенты P_i по методу прогонки.

5. Запишите суть метода половинного деления.
6. Запишите формулу для определения точки a_1 по методу Ньютона.
7. Запишите формулу определяющую значение точки С по методу хорд.
8. Запишите условие остановки итерационного процесса по методу простых итераций.
9. Запишите вид расширенной матрицы по методу прогонки.
10. Запишите выражение определяющее x_i по методу прогонки.
11. Запишите вид условия необходимого для решения задач по методу половинного деления.
12. Запишите выражение определяющее коэффициенты Q_i по методу прогонки.
13. Запишите координаты точек для проведения прямой и вычисления точки С по методу хорд.
14. Запишите формулу определяющую середину отрезка.
15. Дайте определение второй задачи линейной алгебры.
16. Что такое итерации?
17. Запишите вид итерационного процесса по методу Ньютона.
18. Запишите вид итерационного процесса по методу простых итераций.
19. Запишите условие остановки итерационного процесса по методу простых итераций.
20. Какой оператор Mathcad выполняет линейную интерполяцию?
21. Какой оператор Mathcad выполняет кубическую интерполяцию?
22. Какой оператор Mathcad выполняет интерполяцию сплайнами?
23. В чем суть интерполяции?
24. Для какой функции применяют интерполяцию?
25. Каким образом можно улучшить интерполяционный многочлен?
26. Запишите вид интерполяционного многочлена.
27. Что такое аппроксимация?
28. Какие виды аппроксимации вы знаете?
29. Запишите вид ошибки аппроксимации.
30. Запишите формулу определяющую функционал невязки.
31. Какие условия должны выполняться при аппроксимации?
32. В чем суть линейной аппроксимации?
33. Запишите систему уравнений по методу наименьших квадратов.
34. Запишите вид кубического многочлена при сплайн-интерполяции.
35. Чему равны сплайны на концах отрезка?
36. Запишите формулу для определения коэффициентов P_{i+1}.
37. Запишите выражение для определения прогоночных коэффициентов Q_{i+1}.
38. Запишите формулу для определения m_{i-1}.
39. Запишите суть метода Ньютона для решения СНАУ
40. Запишите вид итерационного процесса по МПИ для решения СНАУ

Шкалы оценивания

Каждый коллоквиум оценивается в 10 баллов. Коллоквиум считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от заданных ему вопросов.

Оценка	Количество верно данных ответов
10 баллов	39-40
9 баллов	36-38
8 баллов	33-35
7 баллов	30-32
6 баллов	27-29
5 баллов	24-26
Менее 5 баллов	менее 24

Итоговые баллы за раздел выставляются в соответствии со шкалой оценки, приведённой ниже

Аттестация раздела 1

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка** (стандартная)	**Требования к знаниям**
22-25	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “отлично”, выполнил все практические работы и успешно прошел их защиту.
18-21	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “хорошо”, выполнил практические работы и успешно прошел их защиту.
15-17	*«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “ удовлетворительно”, выполнил практические работы и успешно прошел их защиту.
менее 15	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за КЛ оценку “ неудовлетворительно”, не выполнил практические работы и не допущен к их защите. Не владеет теоретическими сведениями о численных методах линейной и нелинейной алгебры, интерполяции и итерационных методов.

ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА ПО 2 РАЗДЕЛУ

1. В чем геометрический смысл определенного интеграла?
2. Какими линиями ограничена площадь криволинейной трапеции?
3. Запишите координаты точек криволинейной трапеции АВСД.
4. Как вычислить высоту трапеции h?
5. Запишите формулу трапеций.
6. Какой порядок точности по методу трапеций?
7. Для скольких узлов применяется формула трапеций?
8. Для скольких узлов применяется формула Симпсона?
9. Запишите вид формулы Симпсона.
10. Какой порядок точности у формулы Симпсона?
11. В каких случаях применяется формула Рунге?
12. Запишите вид формулы Рунге-Ромберга.
13. Запишите вид формулы Рунге.
14. В каких случаях применяется формула Рунге-Ромберга?
15. Что называют краевыми условиями первого рода.

16. Что называют краевыми условиями второго рода.
17. Что называют смешанными начальные условия.
18. Формула $y_i' = \frac{y_i - y_{i-1}}{h} + O(h)$ является…
19. Запишите вид решения дифференциального уравнения второго порядка для решения краевой задачи.
20. Запишите краевые условия в конечно-разностном виде.
21. Запишите формулу для вычисления h по методу конечных разностей.
22. В чем заключается суть метода конечных разностей?
23. Запишите формулу для вычисления y’(a) по методу конечных разностей.
24. Запишите формулу для вычисления y’(b) по методу конечных разностей.
25. Запишите уравнения для нахождения внутренних точек x_i: $y(x_i)$, $y'(x_i)$, $y''(x_i)$.
26. Что называют краевыми условиями первого рода.
27. Что называют краевыми условиями второго рода.
28. Что называют смешанными начальные условия.
29. Формула $y_i' = \frac{y_i - y_{i-1}}{h} + O(h)$ является…
30. Запишите вид решения дифференциального уравнения второго порядка для решения краевой задачи.
31. Запишите краевые условия в конечно-разностном виде.
32. Запишите формулу для вычисления h по методу конечных разностей.
33. В чем заключается суть метода конечных разностей?
34. Запишите формулу для вычисления y’(a) по методу конечных разностей.
35. Запишите формулу для вычисления y’(b) по методу конечных разностей.
36. Запишите уравнения для нахождения внутренних точек x_i: $y(x_i)$, $y'(x_i)$, $y''(x_i)$.
37. Запишите формулу определяющую x_{i+1}по методу Эйлера для ОДУ первого порядка.
38. Запишите формулу определяющую y_{i+1}по методу Эйлера для ОДУ первого порядка.
39. Какой порядок точности метода Эйлера?
40. Запишите формулу определяющую y_{i+1}по методу Рунге-Кутты для ОДУ первого порядка.
41. Какой порядок точности метода Рунге-Кутты?
42. Во сколько раз уменьшиться погрешность, если в методе трапеций уменьшить шаг в 2 раза?
43. Во сколько раз уменьшиться погрешность, если в методе Симпсона уменьшить шаг в 2 раза?
44. При помощи какой замены ОДУ второго рода переходит в систему уравнений первого рода?
45. Запишите систему уравнений для ОДУ второго порядка при решении задачи Коши с учетом замены.
46. В чем заключается численное решение системы уравнений для ОДУ второго порядка при решении задачи Коши?
47. Запишите формулу Эйлера для ОДУ второго порядка при вычислении x_{i+1}.
48. Запишите формулу Эйлера для ОДУ второго порядка при вычислении y_{i+1}.
49. Запишите формулу Эйлера для ОДУ второго порядка при вычислении z_{i+1}.

50. Какой порядок точности у метода Рунге-Кутты для ОДУ второго порядка?

51. Запишите формулу для нахождения y_{i+1} по методу Рунге-Кутты для ОДУ второго порядка.

52. Запишите формулу для нахождения z_{i+1} по методу Рунге-Кутты для ОДУ второго порядка.

Шкала аттестации раздела 2

Оценка	Количество верно данных ответов
10 баллов	63-67
9 баллов	59-62
8 баллов	54-58
7 баллов	49-53
6 баллов	45-48
5 баллов	40-44
Менее 5 баллов	менее 40

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка** (стандартная)	**Требования к знаниям**
23-25	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “отлично”, выполнил все практические работы и успешно прошел их защиту.
19-22	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “хорошо”, выполнил практические работы и успешно прошел их защиту.
15-18	*«удовлетво-рительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за КЛ оценку “ удовлетворительно”, выполнил практические работы и успешно прошел их защиту.
менее 15	*«неудовле-творительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за КЛ оценку “ неудовлетворительно”, не выполнил практические работы и не допущен к их защите. Не владеет теоретическими сведениями о численных методах линейной и нелинейной алгебры, интерполяции и итерационных методов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена. Экзамен представляет собой письменные ответы на вопросы.

Экзаменационные вопросы:

1. Исследование моделей трансцендентных уравнений методом половинного деления,
2. Исследование моделей трансцендентных уравнений методом хорд,
3. Исследование моделей трансцендентных уравнений методом простой итерации,
4. Исследование моделей трансцендентных уравнений методом метода Ньютона
5. Интерполяция функции. Основные понятия.
6. Линейная и квадратичная интерполяция

7. Сплайн – интерполяция
8. Применение метода прогонки для сплайн-интерполяции
9. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений методом Ньютона
10. Решение уравнений и систем нелинейных уравнений методом простых итераций
11. Численные методы решения определенных интегралов
12. Программирование метода прямоугольников,
13. Программирование метода трапеций
14. Программирование метода Симпсона
15. Формулы Рунге-Ромберга для уточнения результатов вычислений
16. Численные методы решения задачи Коши
17. Решение ОДУ 1 порядка. Метод Эйлера.
18. Решение ОДУ 1 порядка. Метод Рунге-Кутта.
19. Решение ОДУ 2 порядка.
20. Способы представления частных производных.
21. Решение краевой задачи для ОДУ
22. Метод конечных разностей для решения краевых задач
23. Разностные схемы для решения краевой задачи. Неявная схема.
24. Разностные схемы для решения краевой задачи. Явная схема.
25. Тепломассоперенос и его роль при передаче энергии.
26. Основное уравнение, определяющее теплоперенос.
27. Задача о распределении температуры в квадратной пластине.

Форма оценивания ответа студента на экзамене по дисциплине «Численные методы решения задач электродинамики и тепломассопереноса»

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка зачета** (стандартная)	**Требования к знаниям**
44-50	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он владеет методологией численных методов для решения инженерных задач различного рода, изученных в рамках дисциплины. Умеет осуществить подбор численных методов для оптимального решения поставленной задачи. При ответе на вопрос не испытывает затрудненности.
36-43	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он владеет методологией численных методов для решения инженерных задач различного рода, изученных в рамках дисциплины. Умеет осуществить подбор численных методов для оптимального решения поставленной задачи. Не допускает существенных ошибок при ответе на вопрос.
30-35	*«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он владеет методологией численных методов для решения инженерных задач различного рода, изученных в рамках дисциплины. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.

Менее 30	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту если он не владеет методологией численных методов для решения инженерных задач различного рода, изученных в рамках дисциплины. Не умеет осуществить подбор численных методов для оптимального решения поставленной задачи. Допускает существенные ошибки при ответе на вопросы или не готов к ответу на вопрос.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – *«отлично»*	90-100	A
4 – «*хорошо*»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «*удовлетворительно*»	65-69	
	60-64	E
2 – «*неудовлетворительно*»	Менее 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Шкалы оценки образовательных достижений

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	**Сумма баллов за разделы**	**Требования к знаниям**
«отлично» – *A*	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
«хорошо» – *C, B*	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – *E, D*	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

«неудовлетворительно» – *F*	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. https://e.lanbook.com/reader/book/126099/#1.

2. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник / В. Д. Слабнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. https://e.lanbook.com/reader/book/133925/#1

3. Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Н. В. Осипова. — Москва : МИСИС, 2019. — 67 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/116920

4. Олегин, И. П. Введение в численные методы : учебное пособие / И. П. Олегин, Д. А. Красноруцкий. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 115 с. https://e.lanbook.com/reader/book/118322/#1

Дополнительная литература

5. Рыжиков, Ю. И. Численные методы теории очередей : учебное пособие / Ю. И. Рыжиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 512 с.
https://e.lanbook.com/reader/book/112695/#1

6. Власенко, В. И. Энергетические расчеты в электродинамике: учебное пособие / В. И. Власенко, С. В. Дворников, А. Ф. Крячко. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 192 с.

7. Милютин, Е. Р. Основы технической электродинамики : учебное пособие / Е. Р. Милютин. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 184 с.

8. Рогова М.В. Численные методы решения задач электродинамики и тепломассопереноса. Методические указания к выполнению контрольной работы - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. - 24 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1 http://www.rza.org.ua/

2 http://www.electrolibrary.info/bestbooks/b_rza.htm

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, индивидуальных заданий.

Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы: по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции; изучение литературы по теме; прослушивание лекции; обсуждение вопросов.

По выполнению индивидуальных работ по темам практических занятий: подготовка к выполнению работы по методическим указаниям; работа на практическом занятии выполнение работы и оформление отчета; защита работы.

3) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в рабочей программе. Перед выполнением индивидуальных занятий по темам практических работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения практической работы.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практике. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на практике с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3.Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил: доцент Ефремова Т.А.

Рецензент: доцент Рогова М.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.