МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Факультет математики и естественных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Численные методы Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки: Математика и физика
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Анисимова Т.И.

Рецензент(ы):

Костин А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 10167156219

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Анисимова Т.И. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук , TIAnisimova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса является освоение основных численных методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на компьютере. В курсе излагаются основные сведения о классических численных методах решения различных прикладных задач: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений; интерполирование; дифференцирование и интегрирование; решение дифференциальных уравнений.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Для освоения дисциплины 'Численные методы' студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения как математических, так и связанных с компьютером, дисциплин на предыдущих курсах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию
ПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основы теории погрешностей; о методах приближенного решения уравнений с одной неизвестной; о методах приближенного решения интегральных и дифференциальных уравнений; о методах решения задач аппроксимации.

2. должен уметь:

Создавать численные модели решаемых задач и получать результаты экспериментов с заданной точностью.

3. должен владеть:

Навыками работы с компьютером для моделирования и решения вычислительных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применить перечисленные знания, умения, навыки к практическим задачам профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Место дисциплины в системе математических знаний.	5		4	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Решение уравнений с одной переменной.	5		4	0	4	Лабораторные работы
3.	Тема 3. Решение систем уравнений.	5		4	0	6	Лабораторные работы
4.	Тема 4. Интерполирование.	5		6	0	6	Лабораторные работы
5.	Тема 5. Вычисление определенных интегралов.	5		6	0	6	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Общая задача аппроксимации функций.	5		4	0	6	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	5		4	0	4	Лабораторные работы
8.	Тема 8. Поиск обратной матрицы высокого порядка.	5		4	0	4	Лабораторные работы
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Место дисциплины в системе математических знаний.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие моделирования. Виды моделей. Математические модели и вычислительный эксперимент. Построение математической модели. Численные методы решения математических задач. Применимость численных методов. Разработка численного метода решения математической задачи. Элементы теории погрешности (приближенные числа, понятие погрешности вычислений).

Тема 2. Решение уравнений с одной переменной.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие уравнения и его корня. Решение уравнений с одной переменной. Постановка задачи. Аналитическое решение. Итерационные методы. Методы приближенного решения (метод бисекции, метод пропорционального деления, метод касательных). Доказательство применимости методов решения. Вывод оценочных формул методов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Лабораторная работа 1. Решение уравнений с одной переменной.

Тема 3. Решение систем уравнений.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейные системы. Методы решения линейных систем. Применение компьютера для реализации "точных" методов решения систем линейных уравнений. Оправданность численных методов в случае систем линейных уравнений. Метод итерации и метод релаксации решения систем линейных уравнений: доказательство применимости, оценочные формулы.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Лабораторная работа 2. Решение систем уравнений.

Тема 4. Интерполирование.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Способы задания функции. Интерполирование. Постановка задачи интерполирования. Линейная и квадратичная интерполяция. Интерполяция глобальная, кусочная, локальная. Параболическое интерполирование. Получение полинома Лагранжа (формулы Лагранжа и Ньютона). Интерполирование сплайнами. Точность интерполяции.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Лабораторная работа 3. Интерполирование.

Тема 5. Вычисление определенных интегралов.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Замена интеграла от функции интегралом от результата интерполирования этой функции. Формулы Котеса и оценка их погрешности. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона как частные случаи формул Котеса. Вывод оценочных формул для приближенного вычисления определенного интеграла указанными методами. Метод двойного пересчета. Метод Монте-Карло.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Лабораторная работа 4. Вычисление определенных интегралов.

Тема 6. Общая задача аппроксимации функций.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие о приближении функций. Аппроксимация. Точечная аппроксимация. Равномерное приближение. Задача аппроксимации функций как обобщение задачи интерполирования. Метод средних. Метод наименьших квадратов. Задачи, сводимые к линейной регрессии. Приведение данных эксперимента к нормальному распределению.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Лабораторная работа 5. Общая задача аппроксимации функций.

Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Постановка задачи. Методы решения. Разностные методы. Неразрешимость общей задачи численными методами. Задача Коши. Одношаговые методы. Метод Эйлера. Многошаговые методы. Формула Адамса. Метод Рунге-Кутта. Вывод формул и оценка методов. Повышение точности результатов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Лабораторная работа 6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 8. Поиск обратной матрицы высокого порядка.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Краткое изложение матричного исчисления. Характеристики (атрибуты) матриц. Матрицы и системы линейных уравнений. Матрицы и линейные преобразования пространства. Представление матриц в памяти компьютера. Реализация алгебры матриц. Матричные уравнения и ряды. Определитель матрицы. Вычисление определителя путем разложения на миноры. Вычисление обратных матриц методом клеток, методом окаймления. Представление матрицы в виде произведения треугольных матриц и вычисление обратных для треугольных матриц.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Лабораторная работа 7. Поиск обратной матрицы высокого порядка.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-мест	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Место дисциплины в системе математических знаний.	5		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Решение уравнений с одной переменной.	5			4	Лабораторные работы
3.	Тема 3. Решение систем уравнений.	5			4	Лабораторные работы
4.	Тема 4. Интерполирование.	5			6	Лабораторные работы
5.	Тема 5. Вычисление определенных интегралов.	5			6	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Общая задача аппроксимации функций.	5			4	Лабораторные работы

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
7.	Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	5			4	Лабораторные работы
8.	Тема 8. Поиск обратной матрицы высокого порядка.	5			4	Лабораторные работы
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Место дисциплины в системе математических знаний.

Устный опрос , примерные вопросы:

Моделирование как метод познания. Определение погрешности. Источники погрешности. Постановка задачи. Метод проб. Метод бисекции (половинного деления), метод пропорционального деления. Метод хорд, метод Ньютона, метод касательных. Комбинированный метод. Метод итерации. Задача аппроксимации. Метод неопределенных коэффициентов. Формула Лагранжа. Первая интерполяционная формула Ньютона. Вторая интерполяционная формула Ньютона. Использование интерполяционных формул. Погрешность параболического интерполирования Интерполирование сплайнами. Обыкновенное дифференциальное уравнение и его решение. Задача Коши. Дифференциальное уравнение и интегральное уравнение. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Метод Эйлера. Решение задачи Коши из интегрального уравнения Метод Рунге-Кутта. Постановка задачи. Формулы прямоугольников. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций. Формула Симпсона. Коэффициенты Котеса. Обобщенные квадратурные формулы. Метод двойного пересчета. Метод Монте-Карло.

Тема 2. Решение уравнений с одной переменной.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Составить программы уточнения корней разными методами (бисекции, хорд, касательных, комбинированный и итерационый). Оценить точность полученного решения. Выполнить проверку.

Тема 3. Решение систем уравнений.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

1. Составить соответствующую программу и решить систему уравнений методом Гаусса. Система задана матрицей коэффициентов. 2. Составить соответствующую программу и найти корни системы уравнений методом итерации с точностью до 0.001.

Тема 4. Интерполирование.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, по 1 формуле Ньютона, по 2 формуле Ньютона. Составить процедуру (языка программирования), реализующую вычисление интерполирующего полинома указанными методами. Получить таблицу значений полинома. Таблица должна включать несколько узловых точек.

Тема 5. Вычисление определенных интегралов.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

1. Составить программу нахождения интеграла по обобщенным формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона. Выполнить вычисления для разных разбиений, оценить погрешности вычислений. Сравнить результативность методов. 2. Составить программу вычисления интеграла с заданной точностью используя метод двойного пересчета.

Тема 6. Общая задача аппроксимации функций.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Подобрать многочлен второго порядка, наиболее близкий к таблично заданной функции методом средних, методом наименьших квадратов.

Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Составить программу решения уравнения первого порядка методом Эйлера. Составить программу решения задачи Коши для уравнения второго порядка методом Эйлера.

Тема 8. Поиск обратной матрицы высокого порядка.

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Вычислить обратные матриц методом клеток, методом окаймления.

Итоговая форма контроля

зачет (в 5 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Измерение. Погрешность. Виды и источники погрешностей.

Приближенные решения уравнений и их систем.

* Постановка задачи. Два этапа решения задачи.
* Отделение корней.
* Уточнение корней методом проб.
* Уточнение корней методом бисекции (половинного деления).
* Уточнение корней методом хорд (пропорционального деления).
* Уточнение корней методом касательных (метод Ньютона).
* Уточнение корней комбинированным методом.
* Уточнение корней методом простой итерации.
* Точные методы решения систем линейных уравнений.
* Приближенные методы решения систем уравнений.
* Нахождение обратных матриц методом клеток

* Нахождение обратных матриц методом окаймления
* Нахождение обратных матриц методом разложения на треугольные
* Нахождение корней многочлена (метод Лобачавского-Греффе)

Интерполирование функций

* Постановка задачи интерполирования и задачи параболического интерполирования.
* Метод неопределенных коэффициентов. Единственность решения задачи.
* Интерполяционная формула Лагранжа.
* Первая интерполяционная формула Ньютона.
* Вторая интерполяционная формула Ньютона.
* Погрешность параболического интерполирования.
* Интерполирование сплайнами
* Приближенное дифференцирование.

Численные методы вычисления интегралов

* Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
* Формулы прямоугольников.
* Формула трапеции.
* Обобщенная формула трапеции.
* Формула Симпсона.
* Обобщенная формула Симпсона.
* Оценка погрешности методом двойного пересчета.
* Метод Монте-Карло вычисления интегралов

Численные методы решения дифференциальных уравнений

* дифференциальное уравнение и его решение
* метод Эйлера решения дифференциальных уравнений.
* метод Рунге-Кутта решения дифференциальных уравнений.
* решение уравнений с частными производными методом сеток.

7.1. Основная литература:

1. Бахвалов Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. - Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. - 355 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/90239/#1

2. Калиткин Н.Н. Численные методы: учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=944508

3. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=452274

4. Пантелеев А.В. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. М.: ИНФРА-М, 2017. - 512 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=652316

7.2. Дополнительная литература:

1. Гулин А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / А.В. Гулин и др. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 368 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=454592

2. Маничев В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц.и алгебр.уравнений в CAE-системах САПР: уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=423817

3. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 243 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/70743/#1

7.3. Интернет-ресурсы:

Бесплатный ресурс для студентов - http://math24.ru/calculus-list.html

Образовательный математический сайт - http://www.exponenta.ru/

Учебные материалы - http://math.fizteh.ru/study/

Учебные пособия - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=14502

Численные методы - https://www.intuit.ru/studies/courses/2317/617/info

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Численные методы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Интерактивная доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Математика и физика .

Автор(ы):
Анисимова Т.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Костин А.В. _____
"__" _____ 201 __ г.