

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Численные методы в инженерных задачах»

Дисциплина «Численные методы в инженерных задачах» является частью программы бакалавриата «Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)» по направлению «13.03.03 Энергетическое машиностроение».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование теоретических знаний о численных методах решения инженерных задач, приобретение умений и навыков реализации этих методов на одном из алгоритмических языков программирования и работы с интегрированными пакетами прикладных программ автоматизации инженерных расчетов, применяемых для решения технических задач. Основными задачами изучения дисциплины являются: – изучение численных методов решения инженерных задач и вопросов устойчивости вычислительных алгоритмов; – формирование умения самостоятельно реализовывать численные алгоритмы на одном из языков программирования для решения вычислительных задач; – формирование навыков использования математических пакетов при проведении инженерных расчетов; – формирование навыков применения различных численных методов при решении конкретных инженерных задач..

#### **Изучаемые объекты дисциплины**

– численные методы линейной алгебры; – методы оптимизации; – численные методы обработки экспериментальных данных; – численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений; – численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	102	54	48
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	30	18	12
- лабораторные работы (ЛР)	64	32	32
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	114	54	60
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Численное решение задач математического анализа	6	16	0	24
<p>Тема 5. Численное интегрирование  Постановка задачи приближенного интегрирования. Виды погрешностей при вычислении интегралов. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула прямоугольников, вывод погрешности формулы прямоугольников. Интегрирование по методу трапеций. Интегрирование по методу Симпсона. Формулы интегрирования Ньютона-Котеса старших порядков. Интегрирование по методу Ромберга. Квадратурная формула Гаусса. Интегрирование с помощью степенных рядов. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования. Вычисление интегралов с заданной точностью. Интегралы от разрывных функций. Интегралы с бесконечными пределами. Вычисление несобственных интегралов. Вычисление кратных интегралов. Метод Монте-Карло. Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло.</p> <p>Тема 6. Численное дифференцирование  Постановка задачи численного дифференцирования. Численное дифференцирование путем конечно-разностной аппроксимации производной. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа. Численное дифференцирование с помощью сплайнов. Приближенное вычисление быстрого преобразования Фурье.</p> <p>Тема 7. Интерполирование и метод наименьших квадратов  Постановка задачи интерполирования. Интерполирование для случая равноотстоящих узлов. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Интерполяционные формулы Гаусса, Стирлинга, Бесселя. Интерполяционная формула Лагранжа. Схема Эйткена. Интерполирование с помощью полиномов Чебышева. Обратное интерполирование. Нахождение корней уравнения методом</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>обратного интерполирования. Экстраполяция. Сглаживание кривых с помощью сплайнов. Другие задачи интерполирования (тригонометрическая интерполяция, дробно-линейная).  Функции двух переменных.  Метод наименьших квадратов на примере линейной функции и квадратного трехчлена.  Подбор эмпирических формул. Ортогональные полиномы.</p>				
Численные методы алгебры	12	16	0	30
<p>Введение  Основные понятия, термины и определения.  Предмет и задачи дисциплины. Место дисциплины в системе подготовки специалиста.  Состав дисциплины. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература.  Роль и место численных методов в научных исследованиях и в сфере профессиональной деятельности по выбранной специальности.  Классификация численных методов. Общая характеристика современных численных методов и САЕ-программ, построенных на их основе. Примеры инженерных задач, приводящих к применению численных методов.</p> <p>Тема 1. Решение нелинейных уравнений  Классификация нелинейных уравнений.  Отделение корней. Методы половинного деления, хорд, простой итерации, Ньютона (метод касательных), метод секущих, метод Мюллера (метод парабол), метод Стеффенсена (основные соотношения, условия сходимости и геометрическая интерпретация методов).  Определение корней алгебраических уравнений. Свойства алгебраических уравнений. Метод Лина для комплексных корней. Определение корней полинома методом Бэрстоу.  Использование программы Mathcad для решения нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Прямые методы решения системы линейных уравнений: метод Крамера, метод исключения Гаусса, метод исключения Гаусса с выбором главного элемента, метод исключения Гаусса-Жордана, метод квадратного корня, метод Холецкого. Решение системы линейных уравнений методом прогонки.</p> <p>Итерационные методы решения систем линейных уравнений: метод простых итераций (метод Якоби), метод Гаусса-Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Условия сходимости итерационных методов и оценка погрешностей. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций.</p> <p>Вычисление определителя матрицы методом исключения Гаусса. Применение метода исключения Гаусса для вычисления обратной матрицы.</p> <p>Хорошо и плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений. Нормы векторов и матриц. Вычисление числа обусловленности системы линейных алгебраических уравнений.</p> <p>Тема 3. Вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы Задачи на собственные значения. Методы решения проблемы собственных значений и векторов. Полная проблема собственных значений. Итерационные методы решения. Нахождение наибольшего собственного значения методом итераций. Нахождение наименьшего собственного значения методом итераций. Нахождение промежуточных собственных значений методом итераций. Использование программы Mathcad для вычисления собственных значений и векторов.</p> <p>Тема 4. Решение систем нелинейных уравнений Методы решения систем нелинейных уравнений: метод простых итераций, метод Ньютона. Условия сходимости методов. Использование программы Mathcad для</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
решения систем нелинейных уравнений.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	32	0	54
6-й семестр				
Численное решение дифференциальных уравнений	8	22	0	36
<p>Тема 9. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши и краевая задача. Классификация методов решения задачи Коши. Погрешности методов.</p> <p>Одношаговые методы: метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Модификация Гилла для метода Рунге-Кутты. Автоматический выбор шага.</p> <p>Численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений. Общая характеристика одношаговых методов. Правило Рунге оценки погрешности в методах Рунге-Кутты. Численное решение ОДУ высших порядков.</p> <p>Методы прогноза и коррекции (многошаговые методы). Краткая характеристика методов прогноза и коррекции. Метод Адамса. Метод Адамса-Башфорта. Метод Хэмминга.</p> <p>«Жесткие» задачи. Численное решение «жестких» дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 10. Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>Методы решения краевой задачи. Метод «стрельбы».</p> <p>Конечно-разностные методы решения краевой задачи. Конечно-разностное представление производных. Решение краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка методом прогонки.</p> <p>Использование программы Mathcad для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 11. Решение дифференциальных уравнений в частных производных</p> <p>Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Задачи</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>математической физики, приводящие к уравнениям в частных производных. Сетки, применяемые при представлении дифференциальных уравнений в частных производных в конечно-разностной форме. Представление частных производных в конечно-разностном виде. Ошибка аппроксимации. Виды шаблонов. Сходимость и устойчивость разностных схем.</p> <p>Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Решение смешанной задачи для уравнения гиперболического типа (волновое уравнения). Решение смешанной задачи для уравнения параболического типа (уравнения теплопроводности). Понятие устойчивости разностных методов. Явные и неявные схемы и их устойчивость.</p> <p>Общие рекомендации по решению дифференциальных уравнений в частных производных. Сравнение характеристик методов конечных разностей и конечных элементов.</p>				
Методы оптимизации	4	10	0	24
<p>Тема 8. Методы оптимизации</p> <p>Основы теории оптимизации. Проектные параметры. Целевая функция. Классификация задач оптимизации.</p> <p>Одномерная оптимизация функций.</p> <p>Классификация методов одномерного поиска.</p> <p>Интервал неопределенности. Методы исключения интервалов: метод половинного деления, метод золотого сечения, метод Фибоначчи. Методы точечного оценивания.</p> <p>Методы с использованием производных.</p> <p>Сравнение методов одномерного поиска.</p> <p>Многомерная минимизация функции.</p> <p>Стационарная точка. Матрица Гессе.</p> <p>Классификация методов многомерного поиска.</p> <p>Методы прямого поиска: метод покоординатного спуска, симплекс-метод, методы случайного поиска. Градиентные методы: метод градиентного спуска. Методы второго порядка. Рекомендации по выбору алгоритмов оптимизации функций многих переменных.</p> <p>Методы условной оптимизации. Метод штрафных функций.</p> <p>Решение задачи линейного</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
программирования симплекс-методом.				
ИТОГО по 6-му семестру	12	32	0	60
ИТОГО по дисциплине	30	64	0	114