

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

Т. Р. Змызгова

«31» августа 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
09.03.04 – Программная инженерия

Направленность:

Программное обеспечение автоматизированных систем

Форма обучения: **очная, заочная**

Курган 2021

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика» составлена в соответствии с учебными планами программы бакалавриата: «Программная инженерия» (Программное обеспечение автоматизированных систем), утвержденными:

- для очной формы обучения 30.08. 2021 г.
- для заочной формы обучения 30.08. 2021 г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Программное обеспечение автоматизированных систем» 30. 08. 2021 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
к.т.н., доцент кафедры ПОАС



/В.А.Симахин/

Заведующий
кафедрой ПОАС



/В.К. Волк/

Согласовано:

Специалист
по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



/Г.В.Казанкова/

1. Объем дисциплины

Общая трудоемкость – 3 зач. ед. (108 акад. часов)

Виды учебной работы	Распределение трудоемкости по семестрам и видам учебных занятий (акад. часов)			
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	Всего	3-й семестр	Всего	3-й семестр
Аудиторные занятия:	32	32	12	12
Лекции	16	16	6	6
Лабораторные занятия	16	16	6	6
Самостоятельная работа:	76	76	96	96
Выполнение контрольной работы	18	18	18	18
Подготовка к зачету	18	18	18	18
Прочие виды	40	40	60	60
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет	зачет	зачет
Общая трудоемкость	108	108	108	108

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная математика» является обязательной дисциплиной базовой части блока Б1 модуля математических и естественно-научных дисциплин.

Дисциплина изучается в третьем семестре и не требует специальной подготовки обучающихся: для её освоения достаточно базовых компетенций, полученных при изучении школьных курсов математики и дисциплины "Математический анализ".

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения дисциплин: "Основы теории управления"; "Теория информации" "Системы цифровой обработки данных"; "Методы оптимизации и принятия решений", а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

Цель изучения дисциплины.

Целью дисциплины является изучение вопросов построения, исследования и применения методов вычислительной математики для решения типовых математических задач.

Задачами дисциплины являются :

- развитие практических навыков в области прикладной математики.
- развитие у студентов алгоритмического мышления и формирования обстоятельной аргументации при выборе численных методов решения прикладных задач;
- изучение методов и алгоритмов вычислительной математики, анализ погрешности численного результата;
- приобретение практических навыков работы с системами компьютерной алгебры.

После изучения данной дисциплины студент должен уметь разрабатывать численные алгоритмы решения прикладных задач по обработке информации и моделированию объектов различной естественно - научной природы.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (для ОПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие **результаты обучения**:

Должен знать:

- методы и инструментальные средства исследования объектов профессиональной деятельности (для ОПК-1);

Должен уметь:

- применять методы и инструментальные средства для решения прикладных задач по обработке информации и моделированию объектов профессиональной деятельности (для ОПК-1);

4. Содержание дисциплины
4.1. Учебно-тематический план
Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лек	Лаб
Рубежный контроль 1	1	Раздел 1. Погрешности вычислений Теоретические основы численных методов: погрешность вычислений, устойчивость и сложность численных алгоритмов. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа. Общая формула вычисления погрешности.	2	
	2	Раздел 2. Приближение функций многочленами Приближение функций. Постановка задачи. Классификация. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов. Ряды Фурье. Обобщенный ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Сплайны.	4	4
	3	Раздел 3. Численное дифференцирование и интегрирование Использование конечно - разностной аппроксимации производной. Использование интерполяционного многочлена Лагранжа. Методы прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования.	4	1
Рубежный контроль 1				1
Рубежный контроль 2	4	Раздел 4. Классификация численных методов линейной алгебры. Метод Гаусса. Условия сходимости метода простых итераций и метода Зейделя.	2	4
	5	Раздел 5. Методы решения нелинейных уравнений Метод дихотомии (половинного деления). Метод касательных (Ньютона). Метод секущих. Метод итераций. Алгоритмизация методов, условия применения, скорость сходимости, геометрическая иллюстрация. Приближенное решение систем алгебраических уравнений.	2	4
	6	Раздел 6 Приближенное решение дифференциальных уравнений Классификация дифференциальных уравнений. Основные определения. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Задача Коши. Понятие о многошаговых методах. Методы Адамса для решения задачи Коши. Метод Рунге – Кутты.	2	1
Рубежный контроль 2				1
Всего:			16	16

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лек	Лаб
1	<p style="text-align: center;">Раздел 1. Погрешности вычислений</p> <p>Теоретические основы численных методов: погрешность вычислений, устойчивость и сложность численных алгоритмов. Способы построения вычислительных алгоритмов. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа.</p>	1	-
2	<p style="text-align: center;">Раздел 2. Приближение функций многочленами</p> <p>Приближение функций. Постановка задачи. Классификация. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов. Ряды Фурье. Обобщенный ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов.</p>	1	2
3	<p style="text-align: center;">Раздел 3. Численное дифференцирование и интегрирование</p> <p>Интерполяционный многочлен Лагранжа. Классификация методов численного интегрирования. Методы прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования.</p>	1	1
4	<p style="text-align: center;">Раздел 4. Классификация численных методов линейной алгебры.</p> <p>Метод Гаусса. Итеративные методы. Условия сходимости метода простых итераций и метода Зейделя.</p>	1	1
5	<p style="text-align: center;">Раздел 5. Методы решения нелинейных уравнений</p> <p>Метод дихотомии (половинного деления). Метод касательных (Ньютона). Метод секущих. Метод итераций. Алгоритмизация методов, условия применения, скорость сходимости, геометрическая иллюстрация. Приближенное решение систем алгебраических уравнений.</p>	1	1
6	<p style="text-align: center;">Раздел 6 Приближенное решение дифференциальных уравнений</p> <p>Классификация дифференциальных уравнений. Основные определения. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Понятие о многошаговых методах. Методы Адамса для решения задачи Коши. Метод Рунге – Кутты.</p>	1	1
Всего:		6	6

4.2 Содержание лекционных занятий

РАЗДЕЛ 1. Погрешности вычислений

Место вычислительной математики в процессе моделирования сложных систем. Теоретические основы численных методов: погрешность вычислений, устойчивость и сложность численных алгоритмов. Способы построения вычислительных алгоритмов.

Абсолютная и относительная погрешность числа.

Верные цифры числа.

Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа.

Погрешности суммы, разности, произведения, частного, корня.

Общая формула вычисления погрешности.

Погрешности вычисления на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ.

Вопросы исследования устойчивости, сходимости и точности численных методов.

РАЗДЕЛ 2. Приближение функций многочленами .

Приближение функций. Постановка задачи. Классификация.

Интерполяционный многочлен Лагранжа. Конечные и разделенные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов. Характер опытных данных и подбор эмпирических функций. Сущность задачи аппроксимации экспериментальных данных. Системы базисных функций. Основы теории приближения функций.

Ряды Фурье. Обобщенный ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Ортогональность тригонометрической системы функций. Ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Сплайны. Локальный и глобальный методы приближения функций. Кубические сплайны

РАЗДЕЛ 3. Численное дифференцирование и интегрирования

Использование определения производной.

Использование конечно - разностной аппроксимации производной.

Использование интерполяционного многочлена Лагранжа.

Постановка задачи. Основные определения. Классификация методов численного интегрирования.

Методы прямоугольников.

Метод трапеций.

Метод Симпсона.

Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования

РАЗДЕЛ 4. Классификация численных методов линейной алгебры.

Классификация численных методов линейной алгебры.

Определение нормы матрицы. Основные канонические нормы. Метод Гаусса.

Итеративные методы. Условия сходимости метода простых итераций и метода Зейделя.

РАЗДЕЛ 5. Методы решения нелинейных уравнений

Отделение корней. Метод дихотомии (половинного деления). Метод касательных (Ньютона). Упрощенный (модифицированный) метод Ньютона. Метод секущих. Метод итераций.

Алгоритмизация методов, условия применения, скорость сходимости, геометрическая иллюстрация.

Приближенное решение систем алгебраических уравнений

РАЗДЕЛ 6. Приближенное решение дифференциальных уравнений

Классификация дифференциальных уравнений. Основные определения.

Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Понятие о многошаговых методах. Методы Адамса для решения задачи Коши. Особенности численного решения систем дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений высших порядков. Метод Рунге – Кутты.

4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
2	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разработка программ.	2	1
	Интерполяционный многочлен Ньютона. Разработка программ.	2	1
3	Численное дифференцирование и интегрирование. Разработка программ.	2	1
4	Метод Гаусса. Разработка программ	4	1
5	Методы решения линейных и нелинейных уравнений и систем. Разработка программ.	4	1
6	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Разработка программ	2	1
Всего:		16	6

4.4 Примерные варианты контрольной работы

Контрольная работа по дисциплине «Вычислительная математика» включает задачи, цель решения, которых научить студентов применять теоретические знания к решению задач по всем разделам дисциплины.

Группа 1

	Задание	Полином												
1.	Построить интерполяционный многочлен для функции $\lg x$ на сегменте $[10, 12]$ с узлами: $x_0=10, x_1=11, x_2=12$. Оценить погрешность при помощи этого многочлена $\lg 11,3$.	Лагранжа												
2.	<p>В таблице приведены значения интеграла вероятностей:</p> $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{x}} \int_0^x e^{-x^2} dx$ <p>При помощи интерполяционного многочлена 3-й степени приближенно найти $\Phi(1,43)$. Полученный результат сравнить с табличным значением.</p> <p>$\Phi(1,43)=0,9569$.</p> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>$\Phi(x)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>0.8427</td> </tr> <tr> <td>.1</td> <td>0.8802</td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>0.9103</td> </tr> <tr> <td>1.3</td> <td>0.9340</td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>0.9523</td> </tr> </tbody> </table>	X	$\Phi(x)$	1.0	0.8427	.1	0.8802	1.2	0.9103	1.3	0.9340	1.4	0.9523	Ньютона
X	$\Phi(x)$													
1.0	0.8427													
.1	0.8802													
1.2	0.9103													
1.3	0.9340													
1.4	0.9523													
3.	Построить интерполяционный многочлен с узлами $x_0=100, x_1=121, x_2=144$ для функции \sqrt{x} и определить, с какой точностью можно вычислить $\sqrt{115}$.	Лагранжа												
4.	Найти приближенное значение функции по заданным значениям аргумента и значениям функции соответственно в точке $x=0,58$. $x_0=0,35, x_1=0,48, x_2=0,97; y_0=1,419, y_1=1,616, y_2=2,637$;	Лагранжа												
5.	Построить интерполяционный многочлен для функции, заданной таблицей:	Ньютона												
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>-2</td> <td>-5</td> <td>0</td> <td>-4</td> </tr> </tbody> </table>	X	0	1	2	3	y	-2	-5	0	-4			
X	0	1	2	3										
y	-2	-5	0	-4										
6.	Построить интерполяционный многочлен и с его помощью найти приближенное значение интерполируемой функции в точке $x=1,2$	Лагранжа												
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>0,322</td> <td>0,284</td> <td>0,241</td> <td>0,193</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>6,850</td> <td>5,539</td> <td>4,601</td> <td>3,902</td> </tr> </tbody> </table>	X	0,322	0,284	0,241	0,193	y	6,850	5,539	4,601	3,902			
X	0,322	0,284	0,241	0,193										
y	6,850	5,539	4,601	3,902										
7.	Построить интерполяционный полином по таблице:	Ньютона												
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>1</td> <td>-2</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>2</td> <td>17</td> <td>82</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	X	1	-2	3	0	-1	y	2	17	82	1	2	
X	1	-2	3	0	-1									
y	2	17	82	1	2									
8.	Построить интерполяционный полином по таблице значений	Лагранжа												

	данной функции и определить приближённое значение в точке $x=2,95$.					
	X	0,38	0,49	0,99	1,09	
	y	1,462	1,632	2,691	2,974	
9.	Построить интерполяционный полином для $\ln x$ с узлами $x=2,3,4,5$ и оценить погрешность при $x=3,5$. Значения функции в узлах интерполяции равны: 0,6931, 1,0986, 1,3863, 1,6094					Ньютона
10.	Построить полином для функции $y=\sin x$ на отрезке $[0;\pi/2]$ по трём её значениям $\sin 0=0$, $\sin \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\sin \frac{\pi}{2} = 1$. Оценить максимальную погрешность интерполяции.					Лагранжа

Группа 2

1. Вычислить значения первой и второй производных функции $1/(\lg 2x+1)$ на отрезке $[0.4, 0.8]$ с $h=0,1$
2. Вычислить значения для первой и второй производных функции $2x^2$ на отрезке $[0.2, 1]$ с $h=0,1$
3. Вычислить значения первой и второй производных функции $\cos 3x/(1-\cos 3x)^2$ на отрезке $[0.8, 1.6]$ с $h=0,1$
4. Вычислить значения первой и второй производных функции $\sin x/(1+\sin x)$ на отрезке $[0.8, 2]$ с $h=0,1$
5. Вычислить значения первой и второй производных функции $e^{2x} \sin 3x$ на отрезке $[0.4, 1.2]$ с $h=0,1$
6. Вычислить значения первой и второй производных функции $(2x+3) \sin x$ на отрезке $[0.4, 1.2]$ с $h=0,1$
7. Вычислить значения первой и второй производных функции $(1+x)/(2+x)$ на отрезке $[0.4, 0.8]$ с $h=0,1$
8. Вычислить значения первой и второй производных функции $(2x+1)^5$ на отрезке $[0.2, 0.8]$ с $h=0,1$
9. Вычислить значения первой и второй производных функции $-\frac{1}{\cos x}$ на отрезке $[0.4, 1]$ с $h=0,1$
10. Вычислить значения первой и второй производных функции $\sin^2 x$ на отрезке $[0.6, 1.4]$ с $h=0,1$

Группа 3

1. Вычислить с точностью до 0,001 $\int_0^{0,8} x^{10} \sin x dx$.
2. Вычислить с точностью до 0,001 $\int_{0,1}^{0,2} \frac{e^{-x}}{x^3} dx$.
3. Вычислить $\int_0^{0,5} e^{\sin x} dx$ с точностью до 0,001

4. Вычислить по формуле Симпсона $\int_0^1 \sqrt{1-x^3} dx$, ($n=10$).
5. Вычислить по формуле Симпсона $\int_4^{10} \frac{dx}{\lg x}$, ($n=6$)
6. Вычислить длину одной полуволны синусоиды с точностью до 0,001
7. Вычислить по формуле Симпсона интеграл от $f(x)$, заданной таблично $f(1,05)=2,365$; $f(1,10)=2,50$; $f(1,15)=2,74$; $f(1,20)=3,04$; $f(1,25)=3,40$; $f(1,30)=3,98$; $f(1,35)=4,60$.
8. Вычислить $\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx$ с точностью 0,00002
9. Вычислить $\int_0^{\pi/2} x \cos(x) dx$ с точностью 0,001
10. Вычислить $\int_0^1 \frac{dx}{1+e^x}$ с точностью 0,0002

Группа 4

	$f(x)$	Методы
1	$\exp(-x^2)$	Перебора и хорд-касательных
2	$2^x - 2x^2 - 1 = 0$.	Перебора и половинного деления
3	$\exp(-3x)$	Перебора и хорд
4	$2\exp(-3x)+1$	Перебора и хорд-касательных
5	$\exp(-x^2)+2$	Перебора и половинного деления
6	$\ln(x)+3$	Перебора и хорд
7	$3\exp(-3x)$	Перебора и касательных
8	$e^{-x} - (x-1)^2 = 0$.	Хорд и половинного деления
9	$\frac{1}{x} - \pi \cos \pi x = 0$.	Касательных и хорд
10	$e^x - 2(x-1)^2 = 0$.	Перебора и касательных

Задачи одного варианта оканчиваются на одну и ту же цифру. При оформлении контрольной работы решение задач следует излагать по порядку, подробно, предварительно полностью переписав задание. Работа оформляется на листах формата А4 с одной стороны.

Задачи объединены в 4 группы по методам вычислительной математики. Преподаватель может исключить из контрольной работы те или иные задачи для каждого варианта.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционный курс базируется на пассивном методе обучения, реализующем традиционную объяснительно-иллюстративную образовательную технологию, в рамках которой студенты выступают в роли слушателей, воспринимающих учебный материал и участвующих в дискуссиях и экспресс-опросах.

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Конспект каждой лекции завершается перечнем контрольных вопросов, ответы на которые должны быть получены студентом в процессе самостоятельной проработки материала лекции при подготовке к очередному лекционному занятию.

Лабораторные занятия проводятся на основе интерактивных методов в виде творческих заданий экспериментального характера, направленных не столько на закрепление уже изученного материала, сколько на изучение нового, и выполняемые студентами, объединяемыми в малые группы (2-3 человека). Задания не имеют однозначного решения и соответствуют целям обучения.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторного занятия.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, рубежным контролям (для очной формы), выполнение контрольной работы, подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	20	54
Раздел 1. Погрешности вычислений Место вычислительной математики в процессе моделирования сложных систем. Теоретические основы численных методов: погрешность вычислений, устойчивость и сложность численных алгоритмов. Способы построения вычислительных алгоритмов. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, корня. Общая формула вычисления погрешности. Погрешности вычисления на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ. Вопросы исследования устойчивости, сходимости и точности численных методов.	2	8
Раздел 2. Приближение функций многочленами Интерполяционный многочлен Лагранжа. Конечные и разделенные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов. Характер опытных данных и подбор эмпирических функций. Сущность задачи аппроксимации экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов. Системы базисных функций. Основы теории приближения функций. Ряды Фурье. Обобщенный ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Ортогональность тригонометрической системы функций. Ряд Фурье: вид и формулы его коэффициентов. Сплайны. Локальный и глобальный методы приближения функций. Кубические сплайны.	2	10
Раздел 3 Численное дифференцирование и интегрирование Путем использования определения производной. Путем конечно разностной аппроксимации производной. С использованием интерполяционного многочлена Лагранжа. Постановка задачи. Основные определения. Классификация методов численного интегрирования. Методы прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования.	4	10
Раздел 4. Классификация численных методов линейной алгебры Классификация численных методов линейной алгебры. Определение нормы матрицы. Основные канонические нормы. Метод Гаусса. Итеративные методы. Условия сходимости метода простых итераций и метода Зейделя.	4	8
Раздел 5. Методы решения нелинейных уравнений	4	10

Отделение корней. Метод дихотомии (половинного деления). Метод касательных (Ньютона). Упрощенный (модифицированный) метод Ньютона. Метод секущих. Метод итераций. Алгоритмизация методов, условия применения, скорость сходимости, геометрическая иллюстрация. Приближенное решение систем алгебраических уравнений.		
Раздел 6. Приближенное решение дифференциальных уравнений Классификация дифференциальных уравнений. Основные определения. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Понятие о многошаговых методах. Методы Адамса для решения задачи Коши. Особенности численного решения систем дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений высших порядков. Метод Рунге – Кутты.	4	8
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2ч. на каждое занятие)	16	6
Подготовка к рубежным контролям (по 2ч. на каждый рубежный контроль)	4	-
Выполнение контрольной работы	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Всего:	76	96

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения)
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения)
4. Контрольная работа (для очной и заочной форм обучения)
5. Вопросы к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
		Очная форма обучения					
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (<i>доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии</i>)	Распределение баллов в семестре					
		Вид учебной работы:	КР	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	20	6 лр*5 б.= 30	до 10	до 10	30
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; не зачтено; 61... 73 – удовлетворительно; зачтено; 74... 90 – хорошо; 91... 100 – отлично					

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (ЗАЧЕТУ) студент должен набрать не менее 50 баллов, выполнить и защитить все лабораторные работы и контрольную работу</p> <p>Для получения ЗАЧЕТА «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 61 балл для получения зачета автоматически <p>По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на лабораторных занятиях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры И выставлен зачет автоматически.</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) студент набрал сумму менее 50 баллов, то студенту необходимо набрать недостающие баллы и выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного ее проведения преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 5 баллов. <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем</p>

6.3 Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль осуществляется в форме фронтального тестирования по разделам дисциплины. Тест по каждому разделу содержит 10 вопросов по каждому из двух рубежных контролей. Оценивается количество правильных ответов на задания теста: студент, ответивший правильно менее, чем на 3 задания теста, считается не прошедшим тестирование и обязан повторно пройти этот тест во время консультации по дисциплине, а также во время проведения консультаций по дисциплине в форме собеседования.

На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится 1 академический час. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Примерные тестовые задания приведены ниже. Каждый вопрос оценивается в один балл.

Зачет проводится по разделам дисциплины.

Зачет проводится в традиционной (устной) форме: студент выполняет задания, включающие два теоретических вопроса и одну задачу, и отвечает преподавателю. Оцениваются полнота и правильность ответов студента на

теоретические вопросы, его эрудиция в смежных вопросах, а также правильность решения задачи.

Вопросы к зачету доводятся до студента на последней лекции в семестре. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов. На подготовку ответа студенту отводится 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4 Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

6.4.1. Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №1

1. Погрешность метода характеризуется тем, что:

1. Математическая модель – лишь приближённое состояние реального процесса;
2. Исходные данные содержат погрешность;
3. Применяемые для решения задачи методы в большинстве случаев являются приближёнными;
4. При выполнении арифметических операций в ЭВМ и выводе их на печать производится округление.

2. Верно ли, что в случае, когда таблица значений аргумента имеет постоянный шаг h , разделенная и конечная разности связаны равенством

$$f(x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+k}) = \frac{\Delta^k y_i}{h^k k!}$$

1. да;
2. нет.

3. Скалярным произведением векторов называется величина

1. $(x, y) = \sum_{i=1}^m (x_i + y_i)$;
2. $(x, y) = \sum_{i=1}^m x_i y_i$;
3. $(x, y) = \sum_{i=1}^m \frac{x_i y_i}{x_i + y_i}$;
4. $(x, y) = \sum_{i=1}^m \sqrt{x_i y_i}$.

4. Абсолютная погрешность алгебраической суммы (суммы или разности) находится по следующей формуле:

1. $\Delta(a^* \pm b^*) \leq \Delta(a^*) + \Delta(b^*)$;
2. $\Delta(a^* + b^*) \leq \Delta(a^*) + \Delta(b^*)$;
3. $\Delta(a^* - b^*) \leq \Delta(a^*) - \Delta(b^*)$;
4. $\Delta(a^* - b^*) \leq \Delta(a^*) + \Delta(b^*)$.

5. Выражение $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ это...

1. определение производной;
2. формула Тейлора;

3. правая разностная производная;
4. способ нахождения погрешности.
6. В чем заключается метод Гаусса.
 1. в нахождении определителя системы, а затем вычисления по нему значений неизвестных;
 2. в последовательном исключении неизвестных, а затем вычисление их значений;
 3. в выборе базового решения, а затем пошаговом приближении к правильному решению.
7. Какие методы нахождения значения многочлена называются прямыми:
 1. Замена исходной задачи на эквивалентную;
 2. Приближение исходной задачи к другой, решение которой близко к исходной;
 3. Получение решения после выполнения конечного числа элементарных преобразований;
 4. Построение последовательных решений задачи.
8. Точность аппроксимации при численном дифференцировании увеличивается при ...
 1. увеличение узлов в многочлене;
 2. уменьшение узлов в многочлене;
 3. оба ответа неверны, т.к. точность аппроксимации не зависит от количества узлов в многочлене.
9. SQR-метод это:
 1. метод релаксации;
 2. метод простой итерации;
 3. метод вращений;
 4. метод отражений.

10. Многочлен вида $L_n(x) = \sum_{j=0}^n y_j l_{nj}(x)$, является многочленом Лагранжа, если:

1. $l_{nj}(x) = \sum_{k=1}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}, k \neq j;$
2. $l_{nj}(x) = \prod_{k=1}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}, k \neq j;$
3. $l_{nj}(x) = \prod_{k=1}^n \frac{x + x_k}{x_j - x_k}, k \neq j;$
4. $l_{nj}(x) = \sum_{k=1}^n \frac{x + x_k}{x_j - x_k}, k \neq j;$

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №2

1. Для решения, каких задач применяется метод Гаусса?
 1. решение систем линейных уравнений;
 2. вычисление обратной матрицы;

3. вычисление определителя матрицы;
4. нахождение произведения матриц.
2. Вычисление по схеме Горнера- это:
 1. Метод аппроксимации;
 2. Метод эквивалентных преобразований;
 3. Итерационный метод;
 4. Прямой метод.
3. Выберите правильное утверждение
 1. сплайном степени m называется функция $S_m(x)$, которая непрерывна на отрезке $[a, b]$ вместе со всеми своими производными до некоторого порядка r и на каждом частичном отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ совпадает с некоторым алгебраическим многочленом $P_{m,i}(x)$ степени m ;
 2. сплайном степени m называется функция $S_m(x)$, которая непрерывна на отрезке $[a, b]$ вместе со всеми своими производными до некоторого порядка r и на каждом частичном отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ принимает значение $S_m(x) = \frac{f(x_1; x_2; \dots; x_n) - f(x_0)}{x_n - x_0}$;
 3. сплайном степени m называется функция $S_m(x)$, которая монотонно убывает на всем отрезке $[a, b]$;
 4. все утверждения неверны.
4. Метод простой итерации применяется:
 1. только для нелинейных систем уравнений;
 2. только для линейных систем уравнений;
 3. для линейных и нелинейных систем уравнений;
 4. не применяется для решения систем уравнений.

5. По какой формуле находится погрешность интерполяции $(f(x) - P_n(x))$?

1. $\frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!} \omega_{n+1}(x)$;
2. $\frac{1}{(n+1)!} \omega_{n+1}(x)$;
3. $\frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!}$;
4. $\omega_{n+1}(x)$.

6. Нормальная система метода наименьших квадратов имеет вид:

1. $\sum_{j=0}^m (\sum_{i=0}^n \varphi_j(x_i) \varphi_k(x_i)) a_j = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_k(x_i) \quad (k = 0, 1, \dots, m)$;
2. $\sum_{j=0}^m (\sum_{i=0}^n \varphi_j(x_i) \varphi_k(x_i)) a_j = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, m)$;
3. $\sum_{i=0}^n \varphi_i(x_i) \varphi_k(x_i) a_j = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_k(x_i) \quad (k = 0, 1, \dots, m)$;
4. $\sum_{i=0}^n y_i \varphi_k(x_i) = \sum_{i=0}^n \varphi_i(x_i) \quad (k = 0, 1, \dots, m)$.

7. Алгоритм Гаусса реализуем
 1. невырожденность матрицы;
 2. отличие от нуля главных угловых миноров матрицы до n -го порядка включительно;
 3. при условии отличия от нуля ведущих элементов прямого хода алгоритма;
 4. отличие от нуля определителя матрицы;
 5. отличие от нуля миноров матрицы до n -го порядка включительно.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Погрешность результата численного решения задачи.
2. Абсолютная и относительная погрешности.
3. Погрешности арифметических действий.
4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса
5. Сущность метода простой итерации для решения СЛАУ.
6. Сущность метода Зейделя для решения СЛАУ.
7. Теоремы об условиях сходимости методов простой итерации и Зейделя.
8. Решение нелинейных скалярных уравнений: отделение корней, уточнение корней методом половинного деления.
9. Решение нелинейных скалярных уравнений: уточнение корней методом простой итерации.
10. Решение нелинейных скалярных уравнений методом Ньютона.
11. Решение нелинейных скалярных уравнений методом хорд.
12. Решение нелинейных скалярных уравнений комбинированным методом хорд и касательных.
13. Приближение функций многочленами методом наименьших квадратов.
14. Постановка задачи интерполирования и единственность ее решения.
15. Интерполяционный полином Лагранжа и его остаточный член.
16. Разделенные разности и интерполяционный многочлен Ньютона.
17. Обратное интерполирование.
18. Интерполирование сплайнами.
19. Постановка задачи численного дифференцирования.
20. Формулы численного дифференцирования.
21. Постановка задачи приближенного вычисления определенных интегралов.
22. Квадратурная формула прямоугольников.
23. Квадратурная формула трапеций.
24. Квадратурная формула Симпсона.
25. Квадратурные формулы Ньютона - Котеса.
26. Квадратурная формула Гаусса.
27. Метод Монте-Карло для вычисления интеграла.

28. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: основные понятия.

29. Численное решение задачи Коши для ОДУ методом Рунге - Кутты.

30. Численное решение задачи Коши для ОДУ методом Эйлера.

31. Численное решение задачи Коши для ОДУ методом Адамса.

32. Решение краевых задач методом конечных разностей.

6.5 Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего и рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов приведены в УМК дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Волков Е.А. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Волков Е.А. -Издательство "Лань", 2008, - 5-е изд., 256 с. – Доступ из ЭБС «Лань».

2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.Р., Кобельков Г.М. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Бахвалов Н.С., Жидков Н.Р., Кобельков Г.М. - Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2020, - 9-е изд., 636 с. – Доступ из ЭБС «Лань».

3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Демидович Б.П., Марон И.А. - Издательство "Лань", 2011, - 8-е изд. стер., 672 с. – Доступ из ЭБС «Лань».

7.2. Дополнительная литература

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Амосов А.А., Дубинский Ю.А., М.: Высшая школа, 1994

2. Копченова Н.В - Издательство "Лань", 2014, - 4-е изд. стер., 672 с. – Доступ из ЭБС «Лань».

8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1 Симахин В.А. Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Вычислительная математика", КГУ, 2016

9. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Сайт дистанционного обучения в НОУ (Национальный Открытый Университет) «ИНТУИТ» содержит бесплатные курсы, программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки, интересные доклады и другую полезную информацию <http://www.intuit.ru>.
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Информационный сайт, содержащий справочные материалы по информатике, которые включают в себя курс лекций, схемы, презентации, рефераты и др. informatikaplus.narod.ru
4. Сайт о высоких технологиях, новости индустрии из мира компьютерного «железа», тестовые испытания и обзоры оборудования IXBT.com.
5. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
6. Система поддержки учебного процесса КГУ dist.kgsu.ru.
<http://www.edu.ru> Федеральный портал «Российское образование»
Образовательный портал «УМНИК»: <http://new.volsu.ru/umnik/>
Федеральный образовательный портал. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/library>

10. Информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система
- 5.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. Для обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п 4.1. Распределение баллов соответствует п 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
09.03.04– Программная инженерия

Направленность:
Программное обеспечение автоматизированных систем

Форма обучения: **очная, заочная**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 3

Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины

Раздел 1. Погрешности вычислений

Раздел 2. Приближение функций многочленами.

Раздел 3. Численное дифференцирование и ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Раздел 4. Классификация численных методов линейной алгебры.

Раздел 5. Методы решения нелинейных уравнений

Раздел 6 Приближенное решение дифференциальных уравнений