МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО	«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель ОП	Директор департамента
____________ Ралин А.Ю.	____________ Пустовалов Е.В.
(подпись) (ФИО)	(подпись) (ФИО)
	«01» марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вычислительные методы компьютерных систем
Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии
(Информационные системы и технологии)
Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 16 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 34 час.
в том числе с использованием МАО лек. 9 /пр. 0 /лаб. 9 час.
всего часов аудиторной нагрузки 50 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
самостоятельная работа 94 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.07.2017 № 926 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол № 7 от 25 февраля 2022 г.

Директор департамента информационных и компьютерных систем Пустовалов Е.В.
Составитель: к.ф.-м.н., доцент Ралин А.Ю.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» __________________ 20___ г. № ______

Директор департамента ________________________ _____________

(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» __________________ 20___ г. № ______

Директор департамента ________________________ _____________

(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» __________________ 20___ г. № ______

Директор департамента ________________________ _____________

(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» __________________ 20___ г. № ______

Директор департамента ________________________ _____________

(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Вычислительные методы компьютерных систем»

Дисциплина «Вычислительные методы компьютерных систем» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль «Информационные системы и технологии», входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (индекс Б1.В.03.01).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 часов), лабораторные работы (34 часа), самостоятельная работа студентов (94 часа, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Целью изучения дисциплины «Вычислительные методы компьютерных систем» является овладение теоретическими знаниями в области вычислительных методов и приобретение практических навыков по их применению на основе компьютерных систем.

Задачи дисциплины:

– получение основополагающих знаний в области вычислительных методов;

– изучение основных вычислительных методов для решения различных классов математических задач;

– развитие способности реализации вычислительных методов на основе компьютерных систем;

– развитие готовности применять вычислительные методы для решения прикладных задач в профессиональной области.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие **компетенции.**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)**
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Разработка и интеграция программных модулей и компонент	программное обеспечение информац	ПК-2. Способность выполнять разработку и интеграцию программных	ПК-2.1. – знает основные подходы к разработке и интеграции программных модулей и компонент	06.001 Программист

	ионных систем	модулей и компонент	ПК-2.2. – умеет выполнять разработку и интеграцию программных модулей и компонент ПК-2.3. – владеет навыками применения методов и средств интеграции программных модулей и компонент в программный продукт	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Введение в вычислительные методы (1 час.)

Тема 1. Понятие о численных расчетах (0,5 час.)

Аналитический и численный способы решения задач. Методика численных расчетов.

Тема 2. Погрешности вычислений (0,5 час.)

Виды погрешностей. Источники погрешностей. Приближенные числа и действия с ними. Учет погрешностей.

Раздел II. Решение уравнений и их систем (3 час.)

Тема 1. Решение нелинейных уравнений (1 час.)

Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод касательных (Ньютона). Метод итераций. Проблема отделения корней и способы ее разрешения.

Тема 2. Решений систем линейных уравнений (2 час.)

Метод Гаусса. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод простых итераций. Метод итераций Зейделя. Условие сходимости итераций. Метод прогонки для трехдиагональных систем уравнений.

Раздел III. Методы оптимизации (3 час.)

Тема 1. Одномерная оптимизация (1 час.)

Постановка задачи. Глобальный и локальные экстремумы. Алгоритм Свенна для поиска отрезка, содержащего экстремум. Метод середины отрезка. Метод золотого сечения.

Тема 2. Многомерная оптимизация (2 час.)

Постановка задачи. Безусловная и условная оптимизация. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.

Раздел IV. Приближение функций (3 час.)

Тема 1. Интерполяционные многочлены (2 час.)

Постановка задачи. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Кубические сплайны.

Тема 2. Среднеквадратические приближения (1 час.)

Понятие среднеквадратического приближения функций. Метод наименьших квадратов. Поиск линейной зависимости. Основные типы нелинейных зависимостей.

Раздел V. Численное интегрирование (2 час.)

Тема 1. Квадратурные формулы (1,5 час.)

Постановка задачи. Понятие о методе квадратур. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Формула Симпсона. Оценка погрешностей квадратурных формул по правилу Рунге, получение уточненного значения интеграла.

Тема 2. Метод Монте-Карло (0,5 час.)

Понятие о случайных и псевдослучайных величинах. Алгоритмы генерации псевдослучайных величин. Применение псевдослучайных величин для вычисления кратных интегралов.

Раздел VI. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (4 час.)

Тема 1. Задача Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка (2 час.)

Постановка задачи. Понятие о разностных методах. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутта 2-го и 4-го порядка точности. Правило Рунге для оценки погрешностей. Применение методов для систем уравнений и уравнений высших порядков.

Тема 2. Краевая задача (2 час.)

Постановка краевой задачи для дифференциального уравнения 2-го порядка. Разностный метод решения задачи. Основные понятия теории разностных схем.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (34 час.)

Лабораторная работа № 1. Погрешности вычислений (2 час.)

1. Источники погрешностей.

2. Примеры возникновения погрешностей при численных расчетах.

Лабораторная работа № 2. Решение нелинейных уравнений (4 час.)

1. Решение уравнения методом деления отрезка пополам.

2. Решение уравнения методом касательных (Ньютона).

Лабораторная работа № 3. Решение систем линейных уравнений (4 час.)

1. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

2. Решение системы линейных уравнений методом итераций Зейделя.

Лабораторная работа № 4. Одномерная оптимизация (4 час.)

1. Применение алгоритма Свенна для поиска отрезка, содержащего экстремум функции.

2. Уточнение положения экстремума функции на отрезке методом золотого сечения.

Лабораторная работа № 5. Многомерная оптимизация (4 час.)

1. Поиск минимума функции двух переменных методом покоординатного спуска.

2. Поиск минимума функции двух переменных методом градиентного спуска.

Лабораторная работа № 6. Интерполяционные многочлены (4 час.)

1. Построение интерполяционного многочлена 3-й степени в форме Лагранжа или Ньютона.

2. Построение кубического сплайна.

Лабораторная работа № 7. Численное интегрирование (4 час.)

1. Вычисление определенного интеграла по методу прямоугольников.

2. Вычисление определенного интеграла по методу трапеций.

3. Вычисление определенного интеграла по формуле Симпсона.

4. Оценка погрешности результатов по правилу Рунге.

Лабораторная работа № 8. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка (4 час.)

1. Решение уравнения методом Рунге-Кутта 2-го порядка.

2. Решение уравнения методом Рунге-Кутта 4-го порядка.

3. Оценка погрешности решения по правилу Рунге.

Лабораторная работа № 9. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка (4 час.)

1. Решение краевой задачи для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами

Самостоятельная работа (94 час.)

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение (час.)	Форма контроля
1	4 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	6	Отчет по расчетному заданию
2	6 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	6	Отчет по расчетному заданию
3	8 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	6	Отчет по расчетному заданию
4	10 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	8	Отчет по расчетному заданию
5	12 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	8	Отчет по расчетному заданию
6	14 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	8	Отчет по расчетному заданию
7	16 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	8	Отчет по расчетному заданию
8	18 неделя семестра	Индивидуальное расчетное задание	8	Отчет по расчетному заданию
9	Сессия	Подготовка к экзамену	36	Экзамен
	Итого		94	

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические указания по выполнению индивидуальных расчетных заданий

Цель данного вида работы студента – закрепить знания, умения и навыки, полученные в ходе аудиторных занятий (лекций, практических занятий).

Общими задачами самостоятельной работы студента являются:

– систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;

– углубление и расширение теоретических знаний;

– формирование навыков работы с литературой;

– формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развитие исследовательских умений.

Данный вид работы осуществляется под руководством преподавателя, который выполняет функцию управления через контроль и коррекцию ошибок. Работа выполняется в удобное для обучающихся время и представляется преподавателю на проверку в указанные сроки.

Для правильного выполнения индивидуального расчетного задания по конкретной теме студент должен предварительно изучить теоретический материал по теме, используя конспекты лекций, основную и дополнительную литературу, иные источники.

Каждое расчетное задание подразумевает написание одной или нескольких программ, реализующих вычислительные методы по одной из тем курса. Особое внимание нужно обратить на эффективность реализации вычислительного алгоритма.

По каждому расчетному заданию обучающийся должен сформировать отчет в электронном виде, включающий в себя тексты программ, входные данные, результаты расчетов и иную информацию в соответствии с заданием, выводы. Отчеты сдаются на проверку преподавателю. При наличии замечаний по выполнению задания или содержанию отчета их нужно исправить и сдать на повторную проверку.

Расчетное задание считается выполненным, если оно удовлетворяет двум основным критериям:

- получены верные результаты;
- вычислительный алгоритм реализован эффективно.

Невыполнение всех или большей части индивидуальных расчетных заданий ведет к недопуску студента к экзамену. Если индивидуальные расчетные задания выполнены не полностью, студент на экзамене должен будет выполнить практическое задание в дополнение к теоретическим вопросам.

Примерные расчетные задания

1. Решение нелинейных уравнений

$f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 3x + 2 = 0$

Для данного уравнения провести его предварительный анализ, отделив интервалы, содержащие корни, и найти эти корни с точностью $\Delta = 10^{-4}$, используя: а) метод деления отрезка пополам; б) метод касательных.

Каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции, аргументами которой являются интервал или начальное приближение (в зависимости от метода), а также точность. Дополнительно нужно определить количество итераций, потребовавшихся в каждом методе для достижения заданной точности. Сделать выводы.

2. Решение систем линейных уравнений

Для данной системы линейных уравнений найти её решение: 1) методом Гаусса; 2) методом итераций Зейделя. Каждый метод реализовать в виде отдельной функции.

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 3x_2 + x_3 = -1 \\ x_1 + x_2 + 5x_3 = 7 \end{cases}$$

Дополнительные требования к программе:

– программа должна работать для любых систем с квадратной матрицей произвольного размера;

– программа должна считывать исходные данные (размерность, коэффициенты системы, свободные члены) из файла;

– при невозможности найти решение программа должна выдавать соответствующее сообщение.

3. Одномерная оптимизация

$f(x) = 1{,}5x^4 + x^3 - 1{,}5x^2 + 9x - 3$

Написать программу нахождения минимума данной функции с точностью $\Delta = 10^{-3}$. Программа должна включать в себя две отдельные функции:

1) реализующую алгоритм Свенна для поиска отрезка, содержащего минимум (входные данные – начальное приближение, шаг; выходные данные – границы отрезка);

2) реализующую метод золотого сечения для поиска точки минимума на отрезке (входные данные – границы отрезка из алгоритма Свенна, точность; выходные данные – точка минимума).

Задавая различные значения начального приближения и шага, изучить, как они влияют на эффективность вычислений. Сделать выводы.

4. Многомерная оптимизация

$f(x, y) = 2x^2 y - 2xy + 3y^2 - 12y + 1$

Провести предварительный анализ данной функции, определив приближенное положение минимума. Найти минимум функции с точностью $\Delta = 10^{-3}$, используя метод градиентного спуска. Дополнительно определить количество итераций, потребовавшихся для достижения заданной точности.

5. Интерполяция

По заданной таблице значений функции рассчитать значения функции в серединах интервалов, используя:

1) многочлен 3-й степени (в форме Ньютона или Лагранжа);

2) кубический сплайн.

x	y
0,13	0,1296
0,14	0,1395
0,15	0,1494
0,16	0,1593
0,17	0,1692
0,18	0,1790
0,19	0,1889
0,20	0,1987

Дополнительные требования к программе:

– каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции;

– программа должна работать с произвольным количеством исходных данных;

– программа должна считывать исходные данные из файла и выводить рассчитанные значения в файл; структура файлов – два столбца: в первом значения аргумента, во втором значения функции.

6. Численное интегрирование

Написать программу, реализующую следующие методы вычисления определенного интеграла $\int_a^b f(x)dx$: а) по формуле прямоугольников; б) по формуле трапеций; в) по формуле Симспона.

Каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции, аргументами которой являются отрезок интегрирования и количество разбиений отрезка. Подынтегральная функция также должна задаваться в виде отдельной функции.

Используя написанную программу, вычислить интегралы:

1) $f(x) = x^4 - 3x^2 + 1$; $a = -2$, $b = -1$

Для вычисления отрезок интегрирования разбить на 10 частей. Также найти аналитически точное значение интеграла и для каждого метода рассчитать абсолютную и относительную ошибку вычисленного приближенного значения. Сделать выводы.

2) $f(x) = e^{-x^2}$; $a = 0{,}5$; $b = 3{,}5$

Для каждого метода расчеты проделать дважды, разбив отрезок сначала на 10, затем на 20 частей. Оценить погрешность вычислений по правилу Рунге и найти уточненное приближенное значение интеграла. Сделать выводы.

7. Задача Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка

$y' = 1 - y, \; y(1) = 0, \; x \in [1; 2]$

Решить задачу Коши на заданном отрезке, разбив его на 10 частей, методом: 1) Рунге-Кутта 2-го порядка; 2) Рунге-Кутта 4-го порядка. Повторив расчеты с вдвое меньшим шагом, оценить погрешность найденного приближенного решения. Сравнить результаты, сделать выводы. Программа должна выводить ответы в файл в три столбца: в первом – значение аргумента, во втором – значение функции, в третьем – погрешность.

8. Краевая задача для дифференциального уравнения 2-го порядка

$y'' + 2y' - 3y = -3x^3 + 5x - 2$, $x \in [1; 2]$, $y(1) = 10$, $y(2) = 26$

Решить краевую задачу, разбив заданный отрезок на 20 частей. Программа должна выводить рассчитанные значения в файл в два столбца: в первом – значения аргумента, во втором – значения функции.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Формой промежуточного контроля знаний студентов по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» является экзамен. Экзамен – это заключительный этап изучения дисциплины, имеющий целью проверить теоретические знания студента, его навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач.

Подготовку к экзамену необходимо начинать с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и промежуточной аттестации. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал. В течение семестра происходят пополнение, систематизация и корректировка знаний, освоение нового и закрепление уже изученного материала.

Успешное освоение материала дисциплины требует от студента систематической работы:

1) не пропускать аудиторные занятия (лекции, практические занятия);

2) не пренебрегать самостоятельной работой по дисциплине, своевременно выполнять индивидуальные расчетные задания;

3) регулярно обращаться к материалам лекционных, практических занятий, повторять, систематизировать и дополнять их, в том числе с использованием самостоятельно найденной информации.

Обучающиеся, не выполнившие все или большую часть индивидуальных расчетных заданий, к экзамену не допускаются.

На экзамене по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» студент должен ответить на один теоретический вопрос, а также выполнить практическое задание (для выполнивших индивидуальные расчетные задания не в полном объеме).

Перечень вопросов и заданий к экзамену, а также критерии оценки на экзамене приведены далее в разделе фонда оценочных средств.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение в вычислительные методы	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 1-2
			Умеет	ПР-13	практические задания
			Владеет	ПР-13	индивидуальные расчетные задания
2	Раздел II. Решение уравнений и их систем	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 3-10
			Умеет	ПР-13	практические задания 1-2
			Владеет	ПР-13	индивидуальные расчетные задания 1-2
3	Раздел III. Методы оптимизации	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 11-14
			Умеет	ПР-13	практические задания 3-4
			Владеет	ПР-13	индивидуальные расчетные задания 3-4
4	Раздел IV. Приближение функций	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 15-18
			Умеет	ПР-13	практическое задание 5
			Владеет	ПР-13	индивидуальное расчетное задание 5
5	Раздел V. Численное интегрирование	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 19-22
			Умеет	ПР-13	практическое задание 6
			Владеет	ПР-13	индивидуальное расчетное задание 6
6	Раздел VI. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений	ПК-2	Знает	ПР-1	вопросы к экзамену 23-26
			Умеет	ПР-13	практические задания 7-8
			Владеет	ПР-13	индивидуальные расчетные задания 7-8

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Бояршинов, М. Г. Вычислительные методы алгебры и анализа : учебное пособие / М. Г. Бояршинов. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 225 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/93065.html

2. Вагер, Б.Г. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Г. Вагер. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 152 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/78584.html

3. Введение в численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Гулин А.В., Мажорова О.С., Морозова В.А. - М.: АРГАМАК-МЕДИА, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 368 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1032671

4. Затонский, А. В. Программирование и основы алгоритмизации. Теоретические основы и примеры реализации численных методов: учебное пособие / А.В. Затонский, Н.В. Бильфельд. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 167 с. — URL: https://znanium.com/catalog/product/1077389

5. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Под ред. Гагариной Л.Г. – М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 336 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=672966

6. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 512 с. — URL: https://znanium.com/catalog/product/1028969

7. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании : учебное пособие / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 176 с. — URL: https://znanium.com/catalog/product/1013459

8. Численные методы. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 512 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=652316

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 671 с. http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731183&theme=FEFU

2. Гарифуллин, М. Ф. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений / М. Ф. Гарифуллин. — Москва : Техносфера, 2020. — 192 c. — URL: https://www.iprbookshop.ru/99103.html

3. Кремень, Е. В. Численные методы: практикум в MathCad : учебное пособие / Е. В. Кремень, Ю. А. Кремень, Г. А. Расолько. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 256 c. — URL: https://www.iprbookshop.ru/120098.html

4. Калиткин, Н.Н. Численные методы : учебное пособие для вузов / Под ред. Самарского А.А. – М.: Наука, 1978. – 512 с. – Режим доступа: http://srv-elib-01.dvfu.ru:8000/cgi-bin/edocget.cgi?ref=/priv/51/518/kalitkin1.pdf

5. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 512 с. — URL: https://znanium.com/catalog/product/1028969

6. Лабораторный практикум по численным методам: Практикум [Электронный ресурс] / Шевченко А.С. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 199 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/966104

7. Методы и алгоритмы решения вычислительных задач : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Ф. Г. Габбасов, Л. Б. Ермолаева, И. В. Маланичев. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. — 110 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/105740.html

8. Олейникова, С. А. Численные методы решения оптимизационных задач : учебное пособие / С. А. Олейникова. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 114 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/118626.html

9. Шевченко, А. С. Лабораторный практикум по численным методам: Практикум / Шевченко А.С. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 199 с. - URL: https://znanium.com/catalog/product/966104

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Международный научно-образовательный сайт EqWorld http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm
2. Онлайн калькуляторы https://planetcalc.ru/search/?tag=2874
3. Портал знаний statistica.ru http://statistica.ru/branches-maths/obzor-chislennykh-metodov/
4. Электронный научный журнал «Вычислительные методы и программирование» http://num-meth.srcc.msu.ru/

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Перечень информационных технологий и программного обеспечения дисциплины «Вычислительные методы компьютерных систем» включает следующее:

1. Среда программирования Dev-C++ 5.11.
2. Электронная почта для оперативного контроля самостоятельной работы обучающихся.
3. Поисковые системы сети Интернет для самостоятельного поиска дополнительного учебного и научного материала, электронных энциклопедий и баз данных.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент на аудиторных занятиях последовательно осваивает разделы и темы курса, готовится дома к практическим занятиям, выполняет задания для самостоятельной работы, проходит в течение семестра текущий контроль, сдает по окончании семестра экзамен.

Учебный процесс по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» строится в следующей последовательности:

– посещение лекционных занятий, изучение и конспектирование теоретического материала по разделам и темам курса;

– подготовка к практическим занятиям на основе лекционного материала, а также с использованием основной и дополнительной литературы;

– активная работа на практических занятиях, способствующая закреплению и более глубокому усвоению материала;

– выполнение индивидуальных расчетных заданий в рамках самостоятельной работы для формирования устойчивых навыков успешного применения полученных знаний и умений;

– посещение консультаций с целью выяснения вопросов, возникающих при изучении конспектов лекций, подготовке к практическим занятиям, выполнении расчетных заданий;

– подготовка к экзамену.

Большое значение имеет хорошо продуманная организация труда студента, и прежде всего правильная организация времени. Для сокращения затрат времени на изучение дисциплины в первую очередь, необходимо своевременно выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом (списки рекомендуемой и дополнительной литературы, темы практических занятий, тестовые задания, расчетные задания для самостоятельной работы, другие необходимые материалы) имеются в разработанной рабочей учебной программы дисциплины.

Регулярное посещение лекций и практических занятий не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в течение семестра планомерно, с учетом необходимых временных затрат. Важная роль в планировании и организации времени на изучение дисциплины отводится знакомству с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по дисциплине. В нем содержится виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий.

Важнейшей составной частью освоения курса является посещение лекций и обязательное их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение конспекта предыдущей лекции, работу с основной и дополнительной литературой.

Конспектирование лекции – важный шаг в запоминании материала, поэтому конспект лекций необходимо иметь каждому студенту. Задача студента на лекции – одновременно слушать преподавателя, анализировать и конспектировать информацию. При этом как свидетельствует практика, не нужно стремиться вести дословную запись.

После окончания лекционного занятия следует провести дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать и проанализировать его, при этом необходимо расшифровать все имеющиеся сокращения, выявить непонятные места с тем, чтобы в дальнейшем выяснить их на консультации у преподавателя. Важно уметь оформить конспект так, чтобы основные моменты были выделены каким-либо образом и сразу бросались в глаза.

Хороший конспект – залог четких ответов на занятиях, успешного прохождения контрольных мероприятий, выполнения самостоятельной работы. Значимость конспектирования на лекционных занятиях несомненна. Проверено, что составление эффективного конспекта лекций может сократить в четыре раза время, необходимое для полного восстановления нужной информации.

Также необходимо помнить, что именно конспект лекций играет первостепенную роль при подготовке к зачету, так как в отличие от учебных пособий он, как правило, содержат более свежую, актуальную информацию в объеме, соответствующем целям и задачам дисциплины.

Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей. Посещение и активная работа на практических занятиях создает задел для успешного выполнения дома индивидуальных расчетных заданий.

Для правильного выполнения индивидуального расчетного задания по конкретной теме необходимо предварительно изучить теоретический материал по теме, используя конспекты лекций, основную и дополнительную литературу, иные источники.

Расчетные задания следует выполнять и сдавать преподавателю по мере прохождения тем, соблюдая установленные сроки сдачи. Несвоевременное выполнение работ ведет к их накоплению, что может создать значительные трудности к концу семестра.

Невыполнение всех или большей части индивидуальных расчетных заданий ведет к недопуску студента к зачету. Если индивидуальные расчетные задания выполнены не полностью, студент на зачете должен будет выполнить практическое задание в дополнение к теоретическим вопросам.

Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой основной и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Кроме того, получение образования предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы.

Во время изучения литературы следует конспектировать и составлять рабочие записи прочитанного, которые могут быть сделаны и в виде простого и развернутого плана, цитирования, тезисов, резюме, аннотации, конспекта. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Наиболее надежный способ – составить конспект, т.е. краткое письменное изложение основного содержания. Составление конспекта требует активной мыслительной работы. Конспектируемый материал содержит информацию трех видов: главную, второстепенную и вспомогательную. Главной является информация, имеющая основное значение для раскрытия сущности того или иного вопроса, темы. Второстепенная информация служит для пояснения, уточнения главной мысли. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше понять данный материал. Это всякого рода напоминания о ранее изложенном материале, заголовки, вопросы.

Работая над текстом, следует избегать его механического переписывания. Важно выделять главные положения, вспомогательную информацию при конспектировании не записывают. Желательно оставлять поля для внесения дополнений, поправок или фиксации собственных мыслей по данной записи.

Экзамен – это заключительный этап изучения дисциплины, имеющий целью проверить теоретические знания студента, его навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач.

Подготовка к экзамену должна начинаться с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и итоговой отчетности. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету. В течение семестра происходят пополнение, систематизация и корректировка студенческих наработок, освоение нового и закрепление уже изученного материала. Подготовка к экзамену предполагает самостоятельное повторение ранее изученного материала, причем не только теоретического, но и практического.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	**Перечень основного оборудования**
г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус L, ауд. L450 15 мест специализированная лаборатория кафедры КС: Лаборатория администрирования информационных систем	11 компьютеров (системный блок модель - 30AGCT01WW P3+монитором AOC 28" LI2868POU) Специализированная мебель (столы и стулья)
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10) Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы и подготовки к экзамену	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена. На экзамене по дисциплине студент должен ответить на один теоретический вопрос, а также выполнить практическое задание (для выполнивших индивидуальные расчетные задания не в полном объеме).

Список вопросов к экзамену

1. Аналитический и численный способы решения задач. Методика численных расчетов.
2. Виды и источники погрешностей. Учет погрешностей при численных расчетах.
3. Решение нелинейных уравнений методом деления отрезка пополам.
4. Решение нелинейных уравнений методом хорд.
5. Решение нелинейных уравнений методом касательных (Ньютона).
6. Решение нелинейных уравнений методом итераций.
7. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
8. Решение систем линейных уравнений методом простых итераций.
9. Решение систем линейных уравнений методом итераций Зейделя.
10. Решение систем линейных уравнений методом прогонки.
11. Одномерная оптимизация. Алгоритм Свенна.
12. Одномерная оптимизация. Метод золотого сечения.
13. Многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска.
14. Многомерная оптимизация. Метод градиентного спуска.
15. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
16. Интерполяционный многочлен Ньютона.
17. Интерполяция кубическими сплайнами.
18. Метод наименьших квадратов.
19. Численное интегрирование по методу прямоугольников. Оценка погрешности метода.

20. Численное интегрирование по методу трапеций. Оценка погрешности метода.

21. Численное интегрирование по формуле Симпсона. Оценка погрешности метода.

22. Метод Монте-Карло для вычисления кратных интегралов.

23. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка методом Эйлера. Оценка погрешности метода.

24. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутта 2-го порядка. Оценка погрешности метода.

25. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутта 4-го порядка. Оценка погрешности метода.

26. Решение краевой задачи для дифференциального уравнения 2-го порядка разностным методом.

Примерные практические задания к экзамену

1. Написать программу для решения нелинейного уравнения методом деления отрезка пополам (методом хорд, методом касательных):

$f(x) = 4x^3 - 4x^2 - 19x + 10 = 0$

2. Написать программу для решения системы линейных уравнений методом Гаусса (методом простых итераций, методом итераций Зейделя). Дополнительные требования к программе:

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 - x_3 = 4 \\ 2x_1 - 5x_2 + 2x_3 = -4 \\ 3x_1 + x_2 + 4x_3 = 13 \end{cases}$$

– программа должна работать для любых систем с квадратной матрицей произвольного размера;

– программа должна считывать исходные данные (размерность, коэффициенты системы, свободные члены) из файла;

– при невозможности найти решение программа должна выдавать соответствующее сообщение.

3. Написать программу для поиска минимума функции одной переменной методом золотого сечения:

x	*y*
1,0	2,2562
1,1	2,8033
1,2	3,2524
1,3	3,5991
1,4	3,8399
1,5	3,9724
1,6	3,9953

1,7	3,9083
1,8	3,7123
1,9	3,4093
2,0	3,0023

$f(x) = 2x^4 - 2x^3 + x^2 - 28x + 2$

4. Написать программу для поиска минимума функции двух переменных методом градиентного спуска (методом покоординатного спуска):

$f(x, y) = 8x - xy^2 - 2xy + 5x^2 - 3$

5. Написать программу, которая по заданной таблице значений некоторой функции рассчитывает значение функции в произвольной точке интервала $x \in [x_0; x_n]$, используя интерполяционный многочлен Лагранжа 3-й степени (интерполяционный многочлен Ньютона 3-й степени). Дополнительные требования к программе:

– программа должна считывать исходные данные из файла;

– программа должна работать с произвольным количеством исходных данных.

6. Написать программу для вычисления определенного интеграла методом прямоугольников (методом трапеций, методом Симпсона). Оценить погрешность ответа.

$\int_a^b f(x)dx$, $f(x) = e^{-x^2}$; $a = 0{,}5$; $b = 3{,}5$

7. Написать программу для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутта 2-го порядка (методом Рунге-Кутта 4-го порядка). Оценить погрешность решения.

$y' = 3 - y,\ \ y(3) = 2,\ \ x \in [3; 5]$

8. Написать программу для решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка:

$y'' - 5y' - y = x^3 + 16x^2 + 6x + 6$, $x \in [-3; -1]$, $y(-3) = 26$, $y(-1) = 4$

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем»

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка экзамена** (стандартная)	**Требования к сформированным компетенциям**
86-100	*«отлично»*	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, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется

		с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	*«удовлетворительно»*	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, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Вычислительные методы компьютерных систем» проводится в форме контрольных мероприятий (выполнение индивидуальных расчетных заданий, тестирование) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний (тестирование);

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (индивидуальные расчетные задания);

– результаты самостоятельной работы (индивидуальные расчетные задания).

Оценочные средства для текущей аттестации

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	ПР-1	Тестирование	Средство контроля, позволяющее проверить наличие у студентов сформировавшегося понятийного аппарата и навыков решения простейших практических задач. Поскольку при тестировании от студента требуется выбрать правильный ответ из нескольких вариантов, преимуществом этого метода является простота оценки результатов.	Комплект тестовых заданий
2	ПР-13	Индивидуальные расчетные задания	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом. Показывает степень формирования у студентов практических умений и навыков.	Комплект индивидуальных расчетных заданий

Примерные индивидуальные расчетные задания

Задание 1. Решение нелинейных уравнений

$f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 3x + 2 = 0$

Для данного уравнения провести его предварительный анализ, отделив интервалы, содержащие корни, и найти эти корни с точностью $\Delta = 10^{-4}$, используя: а) метод деления отрезка пополам; б) метод касательных.

Каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции, аргументами которой являются интервал или начальное приближение (в зависимости от метода), а также точность. Дополнительно нужно определить количество итераций, потребовавшихся в каждом методе для достижения заданной точности. Сделать выводы.

Задание 2. Решение систем линейных уравнений

Для данной системы линейных уравнений найти её решение: 1) методом Гаусса; 2) методом итераций Зейделя. Каждый метод реализовать в виде отдельной функции.

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 3x_2 + x_3 = -1 \\ x_1 + x_2 + 5x_3 = 7 \end{cases}$$

Дополнительные требования к программе:

– программа должна работать для любых систем с квадратной матрицей произвольного размера;

– программа должна считывать исходные данные (размерность, коэффициенты системы, свободные члены) из файла;

– при невозможности найти решение программа должна выдавать соответствующее сообщение.

Задание 3. Одномерная оптимизация

$f(x) = 1{,}5x^4 + x^3 - 1{,}5x^2 + 9x - 3$

Написать программу нахождения минимума данной функции с точностью $\Delta = 10^{-3}$. Программа должна включать в себя две отдельные функции:

1) реализующую алгоритм Свенна для поиска отрезка, содержащего минимум (входные данные – начальное приближение, шаг; выходные данные – границы отрезка);

2) реализующую метод золотого сечения для поиска точки минимума на отрезке (входные данные – границы отрезка из алгоритма Свенна, точность; выходные данные – точка минимума).

Задавая различные значения начального приближения и шага, изучить, как они влияют на эффективность вычислений. Сделать выводы.

Задание 4. Многомерная оптимизация

$f(x, y) = 2x^2 y - 2xy + 3y^2 - 12y + 1$

Провести предварительный анализ данной функции, определив приближенное положение минимума. Найти минимум функции с точностью $\Delta = 10^{-3}$, используя метод градиентного спуска. Дополнительно определить количество итераций, потребовавшихся для достижения заданной точности.

Задание 5. Интерполяция

x	y
0,13	0,1296
0,14	0,1395
0,15	0,1494
0,16	0,1593
0,17	0,1692

0,18	0,1790
0,19	0,1889
0,20	0,1987

По заданной таблице значений функции рассчитать значения функции в серединах интервалов, используя:

1) многочлен 3-й степени (в форме Ньютона или Лагранжа);

2) кубический сплайн.

Дополнительные требования к программе:

– каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции;

– программа должна работать с произвольным количеством исходных данных;

– программа должна считывать исходные данные из файла и выводить рассчитанные значения в файл; структура файлов – два столбца: в первом значения аргумента, во втором значения функции.

Задание 6. Численное интегрирование

Написать программу, реализующую следующие методы вычисления определенного интеграла $\int_a^b f(x)dx$: а) по формуле прямоугольников; б) по формуле трапеций; в) по формуле Симспона.

Каждый метод должен быть реализован в виде отдельной функции, аргументами которой являются отрезок интегрирования и количество разбиений отрезка. Подынтегральная функция также должна задаваться в виде отдельной функции.

Используя написанную программу, вычислить интегралы:

1) $f(x) = x^4 - 3x^2 + 1$; $a = -2$, $b = -1$

Для вычисления отрезок интегрирования разбить на 10 частей. Также найти аналитически точное значение интеграла и для каждого метода рассчитать абсолютную и относительную ошибку вычисленного приближенного значения. Сделать выводы.

2) $f(x) = e^{-x^2}$; $a = 0{,}5$; $b = 3{,}5$

Для каждого метода расчеты проделать дважды, разбив отрезок сначала на 10, затем на 20 частей. Оценить погрешность вычислений по правилу Рунге и найти уточненное приближенное значение интеграла. Сделать выводы.

Задание 7. Задача Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка

$y' = 1 - y,\ \ y(1) = 0,\ x \in [1; 2]$

Решить задачу Коши на заданном отрезке, разбив его на 10 частей, методом: 1) Рунге-Кутта 2-го порядка; 2) Рунге-Кутта 4-го порядка. Повторив расчеты с вдвое меньшим шагом, оценить погрешность найденного приближенного решения. Сравнить результаты, сделать выводы. Программа должна выводить ответы в файл в три столбца: в первом – значение аргумента, во втором – значение функции, в третьем – погрешность.

Задание 8. Краевая задача для дифференциального уравнения 2-го порядка

$y'' + 2y' - 3y = -3x^3 + 5x - 2$, $x \in [1;\ 2]$, $y(1) = 10$, $y(2) = 26$

Решить краевую задачу, разбив заданный отрезок на 20 частей. Программа должна выводить рассчитанные значения в файл в два столбца: в первом – значения аргумента, во втором – значения функции.

Критерии оценки индивидуальных расчетных заданий

5 баллов – получен верный ответ, вычислительный алгоритм реализован эффективно, без замечаний, студент способен ответить на все вопросы по реализации алгоритма;

4 балла – получен верный ответ, вычислительный алгоритм реализован достаточно эффективно, с незначительными замечаниями, студент не допускает существенных неточностей при ответе на вопросы по реализации алгоритма;

3 балла – получен верный ответ, реализация алгоритма недостаточно эффективная, студент способен в целом пояснить реализацию алгоритма с отдельными неточностями в деталях;

0 баллов (задание не зачтено) – не получен верный ответ, реализация алгоритма крайне неэффективная, студент не способен дать пояснения по реализации алгоритма.

Тестовые задания

1. Приближенным числом *a* называют число, незначительно отличающиеся от

а) точного *A*

б) неточного *A*

в) среднего *A*

г) точного неизвестного

2. Значение а называется приближенным значением числа *A* по недостатку, если

а) $a < A$

б) $a > A$

в) $a \geq A$

г) $a \leq A$

3. Значение *a* называется приближенным значением числа *A* по избытку, если

а) $a > A$

б) $a < A$
в) $a \geq A$
г) $a \leq A$
4. Под ошибкой или погрешностью Δa приближенного числа a обычно понимается разница между соответствующим точным числом A и данным приближением, т.е.
а) $\Delta a = A - a$
б) $\Delta a = A + a$
в) $\Delta a = A/a$
г) $a = \Delta a - A$
5. Если ошибка положительна $A>a$, то
а) $\Delta a > 0$
б) $\Delta a < 0$
в) $\Delta a = 0$
г) $\Delta a \leq 0$
6. Абсолютная погрешность приближенного числа
а) $\Delta = |\Delta a|$
б) $\Delta a = a$
в) $\Delta = |a|$
г) $A = |\Delta a|$
7. Предельную абсолютную погрешность вводят если
а) точное число A не известно
б) приближенное число a не известно
в) Δ не известно
г) $A - a$ не известно
8. Определить предельную абсолютную погрешность числа a = 3,14, заменяющего число π
а) 0,002
б) 0,001
в) 3,141
г) 0,003
9. Относительная погрешность
а) $\sigma = \Delta/|A|$
б) $\sigma = |A|/\Delta$
в) $\sigma = A - a$
г) $\sigma = a - A$
10. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи
а) погрешность задачи
б) погрешность метода
в) остаточная погрешность
г) погрешность действия
11. Погрешность, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе
а) остаточная погрешность

б) абсолютная

в) относительная

г) погрешность условия

12. Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров

а) начальные

б) конечные

в) абсолютные

г) относительные

13. Погрешности, связанные с системой счисления

а) погрешность округления

б) погрешность задач

в) остаточная погрешность

г) относительная погрешность

14. Округлить число $\pi = 3{,}1415926535\ldots$ до пяти значащих цифр

а) 3,1416

б) 3,1415

в) 3,14159

г) 3,14

15. Абсолютная погрешность при округлении числа π до трёх значащих цифр

а) $0{,}5 \cdot 10^{-2}$

б) $0{,}5 \cdot 10^{-3}$

в) $0{,}5 \cdot 10^{-1}$

г) 0,5

16. Предельная абсолютная погрешность разности

а) $\Delta u = \Delta x_1 + \Delta x_2$

б) $\Delta u = a + \Delta x$

в) $\Delta u = A + \Delta x$

г) $\Delta = x_1 + x_2$

17. Чем вызвана неустранимая погрешность?

а) Тем, что математическая модель исследуемого объекта никогда не учитывает всех без исключения явлений, влияющих на состояние объекта, и тем, что входящие в задачу заданные параметры (числа или функции) измеряются с какой-либо ошибкой.

б) Тем, что любые арифметические операции над числами производятся при наличии ограниченного количества используемых для записи чисел разрядов позиционной системы исчисления.

в) Тем, что в результате применения численного метода могут быть получены не точные, а приближенные значения искомой функции, даже если все предписанные методом вычисления проделаны абсолютно точно.

18. Чем обусловлено появление погрешности округления при численном решении поставленной задачи?

а) Тем, что математическая модель исследуемого объекта не может учитывать все без исключения явления, влияющие на состояние объекта.

б) Тем, что любые арифметические операции над числами производятся при наличии ограниченного количества используемых для записи чисел разрядов позиционной системы исчисления.

в) Тем, что в результате применения численного метода могут быть получены не точные, а приближенные значения искомой функции, даже если все предписанные методом вычисления проделаны абсолютно точно.

19. Некоторые величины t = 0,34 и k = 0,42 измерены с точностью до 0,01. Найти абсолютную и относительную погрешности в определении величины $d = t \cdot k$ = 0,1428.

а) Абсолютная погрешность = 0,0076 , относительная погрешность = 0,053.

б) Абсолютная погрешность = 0,0077 , относительная погрешность = 0,051.

в) Абсолютная погрешность = 0,0075 , относительная погрешность = 0,054.

20. Определить относительную погрешность приближенного числа b = 2,3254 по ее абсолютной погрешности Δb = 0,01, предварительно округлив число b до верных знаков.

а) Относительная погрешность = 0,0078.

б) Относительная погрешность = 0,0043.

в) Относительная погрешность = 0,0143.

21. Объем V = 2,385 м^3 и плотность ρ = 1400 кг/м^3 образца измерены с точностью до 1 дм^3 и 1 кг/м^3 соответственно. Найти абсолютную и относительную погрешности в определении массы образца $m = V \cdot \rho$ = 3339 кг.

а) Абсолютная погрешность = 3,895, относительная погрешность = 0,0012.

б) Абсолютная погрешность = 3,786, относительная погрешность = 0,0011.

в) Абсолютная погрешность = 3,657, относительная погрешность = 0,0010.

22. Даны числа a = 1,137 и b = 1,073 с абсолютными погрешностями 0,011. Оценить погрешность их разности $c = a - b$.

а) 0,011.

б) 0,022.

в) 0,001.

23. Методом половинного деления уточнить корень уравнения $x^4+2x^3-x-1=0$

а) 0,867

б) 0,234

в) 0,2

г) 0,43

24. Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4-0,2x^2-0,2x-1,2=0$

а) 1,198+0,0020

б) 1,16+0,02

в) 2+0,1

г) 3,98+0,001

25. Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4–3x^2+75x–10000=0$

а) −10,261

б) −5,6

в) −3,2

г) −0,44

26. Найти действительные корни уравнения $x–\sin x=0,25$

а) 1,17

б) 1,23

в) 2,45

г) 4,8

27. Определить число положительных и число отрицательных корней уравнения $x^4–4x+1=0$

а) 2 и 0

б) 3 и 2

в) 0 и 4

г) 0 и 1

28. Определить состав корней уравнения $x^4+8x^3–12x^2+104x–20=0$

а) один положительный и один отрицательный

б) нет ни одного корня

в) невозможно найти число корней

г) два отрицательных корня

29. Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы

а) точный метод

б) метод релаксации

в) метод итерации

г) приближенный метод

30. Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов

а) итерационный метод

б) точный метод

в) приближенный метод

г) относительный метод

31. Как иначе называют метод бисекций?

а) метод деления отрезка пополам

б) метод хорд

в) метод пропорциональных частей

г) метод золотого сечения

32. Методы решения уравнений делятся на:

а) прямые и итеративные

б) прямые и косвенные

в) определенные и неопределенные

г) простые и сложные
33. Отделение корней можно выполнить двумя способами:
а) аналитическим и графическим
б) приближением и отделением
в) аналитическим и систематическим
г) систематическим и графическим
34. Отделить корни уравнения $x^3 - 2x - 3=0$
а) единственный корень расположен между $\sqrt{2/3}$ и ∞
б) корней нет
в) один из корней находится на отрезке [1, 2]
г) один из корней находится на отрезке [-2, 0]
35. Термин итерация iteratio в переводе с латинского:
а) повторение
б) замещение
в) возвращение
г) удаление
36. Укажите рекуррентную формулу метода простой итерации:
а) $x_{n+1}=\varphi(x_n)$
б) $x=\varphi$
в) $x_{n+1}=\psi(x_n)+\varphi(x_n)$
г) $x_{n-1}=\psi(x_n)-\varphi(x_n)$
37. Термин рекуррентный от латинского слова recurrens:
а) возвращающийся
б) меняющийся
в) повторяющийся
г) приближающийся
38. Метод хорд
а) частный случай метода итераций
б) частный случай метода прогонки
в) частный случай метода квадратных корней
г) частный случай метода Гаусса
39. Свойство самоисправляемости:
а) усиливает надежность метода
б) не влияет на конечный результат
в) влияет на конечный результат
г) считается ошибочным
40. Как иначе называют метод Ньютона?
а) метод касательных
б) метод прогонки
в) метод итераций
г) метод хорд
41. Как иначе называют метод хорд?
а) метод пропорциональных частей
б) метод касательных
в) метод бисекций

г) метод квадратных корней

42. Что общего у метода хорд и метода итераций?

а) общая скорость и свойство самоисправляемости

б) свойство самоисправляемости

в) общая скорость

г) требуется нахождение производной

43. Метод Ньютона

а) обладает свойством самоисправляемости и имеет высокую скорость сходимости

б) дает большой выигрыш во времени

в) предельно прост

г) надежен

44. Методом хорд уточнить корень уравнения $x^3–2x–3=0$, $\xi[1;2]$; $\varepsilon=10^{-3}$

а) $\xi=1.8933\pm0.0001$

б) $\xi=0.0001\pm1$

в) $\xi=0.0033\pm0.0001$

г) $\xi=\pm1$

45. Метод бисекции (деления отрезка пополам) дает

а) монотонное приближение к правильному корню уравнения сверху

б) монотонное приближение к правильному корню уравнения снизу

в) одновременно нижнюю и верхнюю оценки интервала, на котором находится корень уравнения

г) может породить расходящийся вычислительный процесс

46. Итерационный метод нахождения корня уравнения с одним неизвестным

а) всегда сходится

б) в случае сходимости всегда обеспечивает монотонное приближение к правильному корню

в) дает нижнюю и верхнюю границу интервала, на котором находится корень

г) может расходиться

47. Метод Ньютона заведомо дает правильное значение локализованного на данном интервале корня уравнения $f(x)=0$ при выборе в качестве начального приближения того конца уравнения на котором

а) $f(x)>0$

б) $f(x)\cdot f'(x)>0$

в) $f(x)\cdot f''(x)>0$

г) $f''(x)>0$

48. Метод хорд при решении уравнения $f(x)=0$ дает монотонное приближение к корню

а) всегда слева

б) всегда справа

в) с противоположной стороны по сравнению с процессом порождаемым при том же начальном приближении методом Ньютона

г) представляет собой немонотонный вычислительный процесс.

49. В чем достоинство и недостаток метода Ньютона нахождения корней нелинейного уравнения?

а) Метод Ньютона весьма быстро сходится, точность каждого приближения в этом методе пропорциональна квадрату точности предыдущего. Основной недостаток метода – необходимость достаточно точного начального приближения.

б) Метод Ньютона относится к числу итерационных методов второго порядка и имеет наибольшую точность нахождения корней нелинейного уравнения. Основной недостаток метода – медленная скорость сходимости, что приводит к значительным затратам машинного времени при решении сложных нелинейных уравнений.

в) Метод Ньютона в ряду итерационных методов нахождения корней нелинейного уравнения наиболее прост в организации вычислительного процесса. Основной недостаток метода – достаточно медленная скорость сходимости.

50. Проведите сравнение методов деления отрезка пополам (ДОП) и Ньютона по различным критериям (универсальность, скорость сходимости).

а) Метод Ньютона обладает большей универсальностью, чем метод ДОП, т.к. сходимость зависит только от выбора начальной точки. Вычисления методом ДОП можно начинать лишь с отрезка, на концах которого функция имеет разные знаки, а внутри этого интервала непрерывные производные 1-го и 2-го порядков. При решении практических задач не всегда удается проверить выполнение необходимых ограничений на выбор подобного интервала. Однако метод ДОП обладает более высокой скоростью сходимости.

б) Более универсальным является метод ДОП. Он гарантирует получение решения для любой непрерывной функции f(x), если найден интервал, на котором она меняет знак. Метод Ньютона предъявляет к функции более жесткие требования. Сходимость метода Ньютона существенно зависит от выбора начальной точки. При реализации данного метода необходимо предусматривать вычисление производных функции для организации итерационного процесса и проверки условий сходимости. Важным преимуществом метода Ньютона является высокая скорость сходимости, обеспечивающая значительную экономию машинного времени при решении сложных нелинейных уравнений.

в) Методы Ньютона и ДОП имеют одинаковые необходимые и достаточные условия сходимости, поэтому применимы в одинаковых условиях. Однако метод ДОП обладает линейной скоростью сходимости, поэтому весьма быстро сходится в отличие от метода Ньютона, который обладает лишь квадратичной скоростью сходимости.

51. Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных

а) метод Гаусса

б) метод Крамера

в) метод обратной матрицы

г) ведущий метод

52. При решении систем линейных алгебраических уравнений сходимость метода Зейделя по сравнению с методом простой итерации

а) всегда более быстрая

б) всегда более медленная

в) одного и того же порядка

г) иногда более быстрая, а иногда более медленная

53. В результате прямого хода метода Гаусса матрица системы линейных алгебраических уравнений приводится к

а) трехдиагональному виду

б) такому же виду, как и в методе Жордана

в) треугольному виду

г) диагональному виду

54. Опишите метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений.

а) В основе данного метода лежит идея последовательного исключения неизвестных. Решение системы распадается на два этапа: 1) прямой ход, когда исходная система приводится к треугольному виду; 2) полученные коэффициенты при неизвестных и правые части уравнений хранятся в памяти ЭВМ и используются при осуществлении обратного хода, который заключается в нахождении неизвестных из системы треугольного вида.

б) Заданная система линейных уравнений каким-либо образом приводится к эквивалентному виду. Исходя из произвольного начального вектора, строится итерационный процесс. При выполнении достаточных условий сходимости, получается последовательность векторов, неограниченно приближающихся к точному решению.

в) Если матрица коэффициентов А невырожденная (определитель этой матрицы не равен нулю), то исходная система имеет единственное решение.

55. Каковы недостатки решения системы уравнений по правилу Крамера?

а) Данное правило разработано и применимо лишь для решения систем линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей коэффициентов.

б) Реализация данного метода в виде вычислительной процедуры требует выполнения значительного количества арифметических операций и соответственно больших затрат машинного времени. Кроме того, он очень чувствителен к ошибкам округления.

в) Данный метод дает менее точные результаты, чем другие методы решения систем линейных алгебраических уравнений. При этом требуется выполнение жестких достаточных условий сходимости.

56. Для решения систем линейных алгебраических уравнений какого вида разработан метод прогонки?

а) Метод прогонки разработан для решения систем линейных алгебраических уравнений с разреженной (лишь малая доля элементов матрицы отлична от нуля) матрицей коэффициентов.

б) Метод прогонки разработан для решения систем линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей коэффициентов.

в) Метод прогонки разработан для решения систем линейных алгебраических уравнений с апериодической матрицей коэффициентов.

57. В методе золотого сечения отрезок, содержащий точку экстремума функции, делится:

а) пополам

б) на две неравные части

в) на три равные части

г) на три неравные части

58. Метод покоординатного спуска

а) устойчив к оврагам

б) применим к недифференцируемым функциям

в) обладает наиболее быстрой сходимостью

г) требует знания частных производных минимизируемой функции

59. По следующим данным $y(0)=2$, $y(1)=-2$, $y(-1)=2$, $y(2)=-4$ был построен интерполяционный полином. Какой из перечисленных ниже полиномов является таковым?

а) x^3-x^2+x-2

б) $-x^3+2x^2-5x+2$

в) x^3-2x^2-3x+2

г) $5x^3-7x+2$

60. По следующим данным $y(0)=2$, $y(1)=-2$, $y(-1)=2$, $y(2)=-4$ методом наименьших квадратов был построен полином первой степени. Какой из перечисленных ниже полиномов наиболее близок (в смысле метода наименьших квадратов) к правильному ответу?

а) $x+1$

б) $2x$

в) $-2x+1$

г) $-x+2$

61. В чем заключается задача интерполирования?

а) Пусть функция $y = f(x)$ задана таблицей. Требуется по заданному значению функции y найти соответствующее значение аргумента x.

б) Пусть функция $y = f(x)$ задана таблицей. Требуется найти функцию $g(x)$, расчеты по которой либо совпадают, либо в определенном смысле приближаются к данным значениям функции $f(x)$.

в) Пусть функция $y = f(x)$ задана таблицей. Требуется построить полином, принимающий в точках x_i, называемых узлами, значения интерполируемой функции $f(x_i)$.

62. Назовите достоинства и недостатки интерполяционных формул Лагранжа.

а) Достоинство – метод наиболее прост в понимании и организации вычислительного процесса. Основной недостаток метода – при увеличении числа узлов и соответственно степени интерполяционный многочлен Лагранжа требуется строить заново.

б) Достоинство – метод относится к числу итерационных методов и имеет наибольшую точность интерполяции. Основной недостаток метода – медленная скорость сходимости, что приводит к значительным затратам машинного времени.

в) Достоинство – использование многочленов невысокого порядка и вследствие этого малое накопление погрешностей в процессе вычислений. Основной недостаток метода – из числа методов интерполяции наиболее сложен в организации вычислительного процесса.

63. Назовите области применения интерполирования функций.

а) К интерполированию функций чаще всего прибегают, когда приходится вычислять значения функции в промежуточных точках, при этом данная функция задана в табличном виде и аналитическое выражение функции неизвестно. Интерполирование применяют и в случае, когда аналитический вид функции известен, но сложен и требует большого объема вычислений для определения отдельных значений функции.

б) К интерполированию функций чаще всего прибегают, когда приходится вычислять производные от функций, заданных таблично, или когда непосредственное дифференцирование функции затруднительно. Интерполирование применяют и в случае, когда необходимо вычислить производные от функций, имеющих разрыв 2-го рода.

в) К интерполированию функций чаще всего прибегают, когда требуется определить допустимую погрешность аргументов по допустимой погрешности функции. Интерполирование применяют и в случае, когда необходимо вычислить погрешность функции нескольких переменных при заданных погрешностях аргументов.

64. С какой точностью можно вычислить по интерполяционной формуле Лагранжа ln 100,5 по известным значениям ln 100, ln 101, ln 102 и ln 103.

а) $4{,}5 \cdot 10^{-5}$

б) $6{,}7 \cdot 10^{-7}$

в) $2{,}3 \cdot 10^{-9}$

65. Назовите области применения формул численного интегрирования.

а) К численному интегрированию чаще всего прибегают, когда приходится вычислять интегралы от функций, заданных таблично, или когда непосредственное интегрирование функции затруднительно.

б) К численному интегрированию чаще всего прибегают, когда приходится вычислять значения функции в промежуточных точках, при этом данная функция задана в табличном виде и аналитическое выражение функции неизвестно.

в) К численному интегрированию чаще всего прибегают, когда требуется определить допустимую погрешность аргументов по допустимой погрешности функции.

66. Проведите сравнение формул численного интегрирования по точности на основании остаточных членов формул.

а) Формула прямоугольников обеспечивает высокую точность при небольшом числе узлов, чем формулы Симпсона и трапеций, а последние –

более точные результаты, чем формула Гаусса. Однако для функции малой гладкости, имеющих лишь 1-ю или 2-ю производную, а также для функций с разрывами производных простые формулы интегрирования (Гаусса, трапеции и Симпсона) могут давать примерно ту же точность, что и формула прямоугольников.

б) Для функций имеющих непрерывные производные достаточно высокого порядка при одинаковом числе узлов формула Гаусса дает значительно более точные результаты, чем формула Симпсона, а последняя – более точные результаты, чем формулы прямоугольников и трапеций. При этом для получения одной и той же точности по формуле Гаусса необходимо выполнить меньше операций, чем по формуле Симпсона, а по последней – меньше, чем по формуле трапеций.

в) Анализ формул численного интегрирования показывает, что для функций высокой гладкости квадратурная формула трапеций является наиболее точной по сравнению с формулами Гаусса и Симпсона. Однако для функций с разрывами производных наиболее точной является более сложная формула прямоугольников.

67. Сущность метода Симпсона заключается в том, что через три последовательные ординаты разбиения проводится

а) квадратичная парабола;

б) любая кривая;

в) синусоида;

г) гипербола.

68. Методы численного интегрирования для вычисления применимы тогда, когда

а) невозможно определить первообразную $F(x)$;

b) невозможно определить производную $f(x)$;

c) неизвестен интервал интегрирования $[a, b]$;

d) функция $y = f(x)$ задана графически.

69. Наиболее грубым методом численного интегрирования является метод

а) прямоугольников;

б) трапеций;

в) парабол;

г) Симпсона.

70. Необходимым условием применения формул Симпсона является: число точек разбиения должно быть

а) четным числом;

б) целым числом;

в) нечетным числом;

г) кратным «4».

71. Если h – шаг интегрирования то, чем больше h тем

а) точнее получатся приближенное значение интеграла;

б) выше погрешность вычислений приближенного значение интеграла;

в) больше объем вычислений;

г) больше число точек разбиения.

72. Все методы вычисления интегралов делятся на:

а) точные и приближенные

б) прямые и итеративные

в) прямые и косвенные

г) аналитические и графические

73. Точный метод вычисления интегралов был предложен:

а) Ньютоном и Лейбницем

б) Ньютоном и Гауссом

в) Симпсоном

г) Гауссом и Крамером

74. Геометрически нижняя сумма Дарбу равна:

а) площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции

б) площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию

в) площади прямоугольного параллелепипеда

г) площади ступенчатого прямоугольника

75. Геометрически верхняя сумма Дарбу равна:

а) площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию

б) площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции

в) площади прямоугольного параллелепипеда

г) площади ступенчатого прямоугольника

76. Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на две группы:

а) аналитические и численные

б) аналитические и графические

в) систематические и численные

г) систематические и случайные

77. Какой из перечисленных ниже методов является методом вычисления определённых интегралов?

а) метод Рунге-Кутта

б) метод Жордана

в) метод Милна

г) метод Симпсона

78. Некоторый определённый интеграл был вычислен дважды по методу Симпсона: один раз с шагом h, а второй – с шагом $h/2$. Во сколько раз ожидается получить более точное значение этого интеграла во втором случае по сравнению с первым случаем?

а) в 2 раза

б) в 8 раз

в) в 32 раза

г) в 1024 раза

79. Известно, что интегрируемая функция – линейная, область интегрирования [-1, 1], требуемая точность не менее 0,01, интегрирование производится методом трапеций. Какое минимальное количество шагов необходимо для достижения заданной точности?

а) 1

б) 200

в) 100

г) 400

80. Заранее известно, что подынтегральная функция является полиномом второй степени (квадратным многочленом). Укажите метод (из числа рассмотренных), который позволит вычислить определенный интеграл без погрешности (погрешность округления не учитывать).

а) метод Симпсона;

б) метод трапеций;

в) метод «левых» прямоугольников;

г) метод «средних» прямоугольников.

81. Вычислить приближенное значение интеграла функции $1/x$ от 1 до 5 по формуле трапеций при $n = 4$.

а) Значение интеграла = 1,628.

б) Значение интеграла = 1,683.

в) Значение интеграла = 1,647.

82. При уменьшении вдвое шага интегрирования точность решения обыкновенного дифференциального уравнения методом Рунге-Кутта 4-го порядка увеличивается в

а) 4 раза

б) 8 раз

в) 32 раза

г) 10 раз

83. Метод Рунге-Кутта 4-го порядка пригоден для решения обыкновенных дифференциальных уравнений

а) только первого порядка

б) только второго порядка

в) только четвертого порядка

г) любого порядка

84. Методы Рунге-Кутта по сравнению с методами прогноза и коррекции являются

а) более быстрыми

б) более точными

в) более удобными при изменении шага интегрирования

г) более устойчивыми.

85. Какой из перечисленных ниже методов является методом решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

а) метод Зейделя

б) метод Эйлера

в) метод Симпсона

г) метод Жордана

86. В методах прогноза-коррекции формула для коррекции применяется

а) для уточнения решения дифференциального уравнения в данной точке, которое получается по формуле прогноза

б) для обеспечения устойчивости вычислительного процесса

в) для изменения шага интегрирования

г) для проверки правильности полученного решения

87. В чем достоинство неявных методов решения дифференциальных уравнений?

а) В том, что неявные методы в большинстве случаев абсолютно устойчивы.

б) В том, что неявные методы в большинстве случаев являются более простыми в реализации в виде программного продукта.

в) В том, что неявные методы не требуют на каждом шаге решения нелинейного уравнения.

88. Для решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения применяется:

а) метод Рунге-Кутта

б) метод Симпсона

в) разностный метод

г) квадратурный метод

Критерии оценки теста

5 баллов – правильно выполнено 86-100% заданий;

4 балла – правильно выполнено 71-85% заданий;

3 балла – правильно выполнено 51-70% заданий;

0 баллов (не зачтено) – правильно выполнено менее 51% заданий.