

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 28.12.2021 09:38:23

Уникальный программный ключ:

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a87a40954ba270e84bche64f07d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический

университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЧФ КНИТУ-КАИ

И.Р.Мухаметзянов

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.07.04 Вычислительная математика

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

Квалификация: бакалавр

(бакалавр, специалист, инженер, магистр)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Направление подготовки / специальность 09.03.01 Информатика и ВТ

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль)

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

(наименование профиля, специализации, магистерской программы)

Чистополь

2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и ВТ, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 929.

Разработчик:

Мухаметзянов И.Р., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

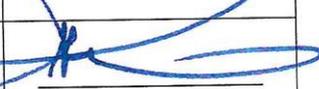
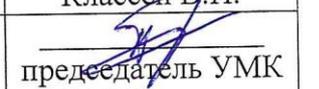
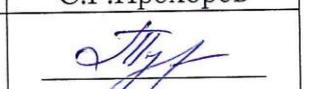
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ЕНД от 25.06.2021, протокол № 10.

Заведующий кафедрой ЕНД

Парфенова Е.Л., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	Кафедра КиТС	25.06.2021	8	 Класен В.И.
ОДОБРЕНА	УМК филиала	29.06.2021	5	 председатель УМК С.Г.Прохоров
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	-	-	 зав. сектором библиотеки М.А. Тугашова

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины

Основными **целями** освоения дисциплины являются:

- овладение основными понятиями вычислительной математики и методами математического моделирования, такими как приближенные методы решения нелинейных уравнений, систем нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений, задачами интерполяции, экстраполяции и аппроксимации функций, приближенным решением обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, краевых задач для решения дифференциальных уравнений второго порядка и дифференциальных уравнений с частными производными и др.
- формирование представления о месте и роли вычислительной математики в современной науке, технике и производстве; воспитание математической культуры и развитие логического мышления, овладение техникой доказательств, формирование навыков научного исследования и самостоятельной работы;
- освоение логических основ курса и подготовка к их использованию при изучении других естественнонаучных и специальных дисциплин, а также в профессиональной деятельности.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение основных численных методов решения нелинейных уравнений, систем нелинейных и линейных алгебраических уравнений, методов интерполирования, аппроксимирования и экстраполирования функций; приобретение студентами навыков численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;
- знание условий сходимости методов, областей применения численных методов, условий окончания итерационных процессов по каждому методу;
- умение выводить итерационные формулы для решения конкретной задачи выбранным методом; составлять и отлаживать программу для конкретного метода; объяснять полученные результаты, делать выводы и доказывать обоснованность своих суждений;
- ознакомление с вычислительной математикой как наукой о численных (приближенных) методах решения математических и реальных инженерных задач.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к обязательной части Блока Б1 математика образовательной программы бакалавра.

1.4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
4	4 ЗЕ/144	16	32	-	-	-	-	0,35	-	-	60	35,65	экзамен
Итого	4 ЗЕ/144	16	32	-	-	-	-	0,35	-	-	60	35,65	

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Средства оценки
УК – 1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	Тестирование, устный опрос на занятии

		УК-1.2. Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	отчет по лабораторной работе, тестирование
		УК-1.3. Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач	экзамен
ОПК – 1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Тестирование, устный опрос на занятии
		ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.	отчет по лабораторной работе, тестирование
		ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов дисциплины	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (без промежуточной аттестации) (в час)			Самостоятельная работа (проработка учебного материала (самоподготовка))
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
4 семестр					
1. Введение, понятие приближенных (численных) методов решения инженерных задач на ЭВМ. Учет погрешностей при вычислениях. Вычислительные программные системы.	12	2			10
2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений, систем нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.	44	6	18		20
3. Задачи интерполяции, экстраполяции и аппроксимации функций. Основные приложения теории интерполяции.	30	4	10		16
4. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, краевых задач для решения дифференциальных уравнений второго порядка и дифференциальных уравнений с частными производными.	22	4	4		14
Итого за семестр	108	16	32		60
Итого по дисциплине (без промежуточной аттестации)	108	16	32		60

2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

1. Введение, понятие приближенных (численных) методов решения инженерных задач на ЭВМ. Учет погрешностей при вычислениях. Вычислительные программные системы.

Основные понятия дисциплины. Понятие приближенных (численных) методов решения математических задач. Место численных методов в математическом анализе. Понятие вычислительной математики, предмет изучения вычислительной математики. Понятия итерационных методов и погрешностей вычисле-

ний, вычислительной схемы. Проблема «устойчивости вычислительных методов» и сложности алгоритма.

Учет погрешностей при вычислениях. Источники и классификация погрешностей. Основные понятия и определения теории погрешностей. Округление чисел. Погрешности алгебраической суммы, произведения, частного, степени, корня, функции. Правило сложения приближенных чисел. Обратная задача теории погрешностей.

Вычислительные программные системы. Основы работы с MS Excel, MathCad с точки зрения решения задач вычислительной математики.

2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений, систем нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.

Приближенные методы решения нелинейных уравнений. Понятия отделения и уточнения корней нелинейных уравнений на отрезке. Графический и аналитический методы отделения корней. Геометрическая интерпретация графического и аналитического методов. Методы уточнения корней: метод дихотомии, метод простых итераций, метод Ньютона (касательных), модифицированный метод Ньютона. Метод простых итераций: понятия начального приближения и итерационного процесса; достаточное условие сходимости итерационного процесса; критерии останова итерационного процесса. Геометрическая интерпретация метода простых итераций. Приведение нелинейного уравнения к виду, допускающего сходящиеся итерации. Достоинства и недостатки метода простых итераций. Метод Ньютона, его геометрическая интерпретация, рабочая формула, выбор начального приближения. Достаточное условие сходимости. Критерий останова итерационного процесса. Достоинства и недостатки метода Ньютона. Модифицированный метод Ньютона, его геометрическая интерпретация и рабочая формула.

Приближенные методы решения систем нелинейных уравнений. Понятие системы нелинейных уравнений (СНУ). Проблема отделения корней СНУ. Приближенные методы решения СНУ. Метод простых итераций, понятия начального приближения, итерационного процесса. Достаточные условия сходимости итерационного процесса. Критерий останова итерационного процесса. Приведение исходной системы к системе, допускающей сходящиеся итерации на примере системы второго порядка. Достоинства и недостатки метода простых итераций для решения СНУ. Метод Ньютона для решения СНУ, его рабочая формула и критерий останова итерационного процесса. Достаточное условие сходимости. Достоинства и недостатки метода Ньютона. Рабочая формула модифицированного метода Ньютона.

Приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций, его рабочие формулы и критерий останова; выбор начального приближения; достаточные условия и необходимые и достаточные условия сходимости итерационного процесса; приведение исходной системы к системе, допускающей сходящиеся итерации; достоинства и недостатки метода простых итераций. Рабочие формулы методы Зейделя, критерий останова, необходимые и достаточные условия сходимости метода. Достоинства и недостатки метода. Метод

релаксации. Приведение исходной системы к виду, пригодному для релаксации. Понятие невязки. Рабочие формулы метода. Критерии останова процесса.

3. Задачи интерполяции, экстраполяции и аппроксимации функций. Основные приложения теории интерполяции.

Построение интерполяционных формул Лагранжа, первой и второй формул Ньютона. Постановка задачи интерполирования функций по заданной системе точек, понятие равноотстоящих и неравноотстоящих узловых точек. Принципы построения интерполяционной формулы Лагранжа, первой и второй интерполяционной формулы Ньютона, их форма записи и погрешности вычислений по ним. Формулы линейной и квадратичной интерполяции. Понятие табличных разностей различных порядков.

Основные приложения теории интерполяции. Понятие численного дифференцирования. Основные принципы решения задачи численного дифференцирования на примере использования таблицы узловых точек и интерполяционных полиномов. Погрешность построенных формул. Понятие численного интегрирования, квадратурных формул. Построение квадратурной формулы Ньютона-Котеса с использованием интерполяционных формул, коэффициенты Котеса. Частные случаи формулы Ньютона-Котеса (формула трапеций и формула Симпсона) и их геометрическая интерпретация. Погрешность построенных формул. Понятие несобственных интегралов. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Случаи бесконечного отрезка интегрирования с непрерывной подынтегральной функцией и разрывной на конечном отрезке интегрирования подынтегральной функцией, их геометрическая интерпретация. Приближенное вычисление двойных интегралов: понятие кубатурных формул; вывод кубатурной и обобщенной кубатурной формул типа Симпсона для различных видов областей интегрирования.

Метод наименьших квадратов для обработки результатов экспериментов. Задача аппроксимирования функций по заданной системе точек. Общая идея метода наименьших квадратов. Понятие отклонения искомой функции от экспериментальной в узловых точках. Алгоритм метода наименьших квадратов и его теоретическое обоснование. Аппроксимация с помощью экспоненциальных функций.

4. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, краевых задач для решения дифференциальных уравнений второго порядка и дифференциальных уравнений с частными производными.

Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Классификация методов решения и численных методов интегрирования дифференциальных уравнений. Понятия задачи Коши и шага интегрирования. Метод последовательных приближений (метод Пиккара). Метод Эйлера: общая идея метода, его графическая интерпретация и рабочая формула. Достоинства и недостатки метода. Рабочие формулы метода Эйлера для решения системы первого порядка дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты. Общая идея методов Рунге-Кутты второго и четвертого порядков, их рабочие формулы. Достоин-

ства и недостатки методов. Решение задачи Коши для системы первого порядка методом Рунге-Кутты четвертого порядка. Метод Адамса. Достоинства и недостатки метода Адамса. Экстраполяционная и интерполяционная формулы Адамса для решения дифференциальных уравнений.

Приближенное решение краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка. Метод конечных разностей. Понятие краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка и ее геометрическая интерпретация при различных краевых условиях. Понятие двухточечной краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка и ее форма записи. Метод конечных разностей для решения двухточечной краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка. Метод прогонки. Конечно-разностная и каноническая формы записи двухточечной краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка. Алгоритм метода прогонки прямым и обратным ходом вычислений.

Приближенное решение краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Понятие дифференциального уравнения в частных производных эллиптического типа. Уравнение Лапласа в конечных разностях. Понятие задачи Дирихле. Решение задачи Дирихле методом сеток. Понятие дифференциального уравнения в частных производных параболического типа. Метод сеток для решения уравнений параболического типа. Понятие дифференциального уравнения в частных производных гиперболического типа. Метод сеток для решения уравнений гиперболического типа.

2.3 Курсовая работа (курсовой проект)

Курсовая работа (курсовой проект) по дисциплине «Вычислительная математика» учебным планом не предусмотрена.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Содержание оценочных средств и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Содержание оценочных материалов текущего контроля представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочные материалы текущего контроля

Виды учебных занятий	Наименование оценочного средства текущего контроля	Код и индикатор достижения компетенции
Лекции	Тестовые задания текущего контроля, вопросы на занятиях	УК-1.1, ОПК-1.1
Лабораторные работы	Вопросы к лабораторным работам	УК-1.2, ОПК-1.2

Самостоятельная работа	Вопросы для самоподготовки, тестирование	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
------------------------	--	---

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Примеры тестовых заданий текущего контроля:

1. Сделайте вывод о сходимости итерационного процесса $x_{k+1} = x_k + 0.1(e^{x_k} + x_k^2 - 2)$, $k = 0, 1, \dots$, построенного для решения нелинейного уравнения $e^x + x^2 - 2 = 0$ методом простых итераций на отрезке $x \in [-1.5; -0.5]$.

1. сходится для любой точки из отрезка;
2. сходится только из определенной точки отрезка;
3. сходится только для одной из граничных точек отрезка;
4. расходится на всем отрезке;
5. расходится на всей числовой оси.

2. Чему равно значение x_2 , вычисленное по итерационной формуле метода Ньютона для решения нелинейного уравнения $e^x + x^2 - 2 = 0$ при $x_0 = 1$?

1. 0.636;
2. 0.543;
3. 1.8;
4. 1.85;
5. 1.9.

3. Для решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $x \in [a, b]$ методом простых итераций в качестве начальной точки x_0 можно выбрать:

1. любую точку из отрезка;
2. только одну из граничных точек, в которых выполняется достаточное условие сходимости $f(x_0)f''(x_0) > 0$;
3. любую точку из отрезка, кроме граничных точек;
4. любую точку отрезка, если выполняется достаточное условие сходимости $|\phi'(x)| < 1$;
5. любую точку вне отрезка.

4. Итерационный процесс для решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $[a, b]$ методом простых итераций называется расходящимся, если:

1. процесс расходится хотя бы для одной начальной точки из отрезка;
2. процесс расходится для любой начальной точки из отрезка;
3. процесс расходится для любой начальной точки вне отрезка;
4. процесс расходится для любой начальной точки из отрезка, а вне его – сходится;
5. процесс сходится для любой начальной точки из отрезка, а вне его –

расходится.

5. В каком из приведенных ниже итерационных методов для вычисления $(k+1)$ -го приближения каждой i -й компоненты вектора решения используются предыдущие компоненты от первой до $(i-1)$ -й также $(k+1)$ -го приближения, а для остальных компонент от i -й до n -й используется k -е приближение?

1. метод простых итераций;
2. метод Ньютона;
3. модифицированный метод Ньютона;
4. метод Зейделя;
5. метод дихотомии.

Примеры тем устных опросов на занятиях:

1. Приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
2. Приближенные методы решения нелинейных уравнений.
3. Построение интерполяционных формул Лагранжа, первой и второй формул Ньютона.
4. Метод наименьших квадратов для обработки результатов экспериментов.
5. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Вопросы к лабораторным работам приведены в методических указаниях по выполнению соответствующих лабораторных работ.

Примеры вопросов для самоподготовки:

1. Источники и классификация погрешностей..
2. Погрешности алгебраической суммы, произведения, частного, степени, корня, функции.
3. Метод релаксации. Приведение исходной системы к виду, пригодному для релаксации.
4. Аппроксимация с помощью экспоненциальных функций.
5. Решение задачи Коши для системы первого порядка методом Рунге-Кутты четвертого порядка.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных/окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Для оценки степени сформированности компетенций используются оценочные материалы, включающие тестовые задания и контрольные (экзаменационные) вопросы.

Тестовые задания представляют собой совокупность тестовых вопросов текущего контроля по числу текущих аттестаций.

Примеры тестовых заданий промежуточной аттестации:

1. Как называется частный случай квадратурной формулы Ньютона-Котеса при $n=1$?

1. формула Ньютона;
2. формула Котеса;
3. формула трапеций;
4. формула Симпсона;
5. формула Эйлера.

2. Как называется следующая квадратурная формула:

$$\int_{x_0}^{x_2} f(x)dx = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2)?$$

1. формула Ньютона-Котеса;
2. формула трапеций;
3. формула Симпсона;
4. формула Ньютона;
5. формула Котеса.

3. Как называются коэффициенты вида: $H_i = \frac{1}{n} \cdot \frac{(-1)^{n-i}}{i!(n-i)!} \cdot \int_0^n \frac{q^{[n+1]}}{q-i} dq$, $i = \overline{0, n}$, ис-

пользуемые в теории численного интегрирования?

1. коэффициенты Лагранжа;
2. коэффициенты Ньютона;
3. коэффициенты Ньютона-Котеса;
4. коэффициенты Котеса;
5. коэффициенты Симпсона.

4. В чем состоит основная идея метода наименьших квадратов?

1. по заданной таблице значений построить приближенно функцию таким образом, чтобы построенная функция проходила через узловые точки;
2. по заданной таблице значений построить приближенно функцию таким образом, чтобы построенная функция не проходила через узловые точки;
3. по заданной таблице значений построить приближенно функцию таким образом, чтобы построенная функция могла как проходить через узловые точки, так и не проходить через них;
4. по данным эксперимента построить приближенно функцию таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений построенной функции от экспериментальной в узловых точках была минимальна;
5. по данным эксперимента построить приближенно функцию таким

образом, чтобы сумма отклонений построенной функции от экспериментальной в узловых точках была минимальна.

5. В каком пункте алгоритма метода наименьших квадратов допущена ошибка?

1. задается таблица чисел $x_i, y_i, i = \overline{0, m}$.
2. Вводится функция $S = \sum_{i=0}^m |\delta_i|$, где $\delta_i = f(x_i) - y_i$ - отклонение функции от экспериментальной в узлах $x_i, i = \overline{0, m}$.
3. Находятся необходимые условия экстремума функции S .
4. Строится и решается СЛАУ относительно неизвестных коэффициентов a_0, \dots, a_n ;
5. Записывается искомый многочлен в виде

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0.$$

6. По таблице из трех равноотстоящих узловых точек

x_i	0.1	0.2	0.3
y_i	0.1	0.2	0.3

$x_i = \overline{0, m}$ ($m = 2$) для функции $f(x) = \sin(x)$ на отрезке $x \in [0.1; 0.3]$ можно построить аппроксимационный полином первого порядка вида: $f(x) = a_1 x + a_0$ ($n = 1$). Чему будут равны коэффициенты a_0 и a_1 при следующих рассчитанных данных:

$\sum_{i=0}^m x_i$	$\sum_{i=0}^m x_i^2$	$\sum_{i=0}^m y_i$	$\sum_{i=0}^m x_i y_i$
0.6	0.14	0.59	0.14

1. $a_0 = 0.05; a_1 = 0.98;$
2. $a_0 = 0.01; a_1 = 1.98;$
3. $a_0 = -0.02; a_1 = 1.1;$
4. $a_0 = 1.0; a_1 = 0.91;$
5. $a_0 = 0.1; a_1 = 0.93.$

7. По таблице из трех равноотстоящих узловых точек

x_i	0.2	0.3	0.4
y_i	0.2	0.3	0.39

$x_i = \overline{0, m}$ ($m = 2$) для функции $f(x) = \sin(x)$ на отрезке $x \in [0.2; 0.4]$ можно построить аппроксимационный полином второго порядка вида: $f(x) = a_2 x^2 + a_1 x + a_0$ ($n = 2$). Чему будет равен коэффициент a_0 при следующих рассчитанных данных:

$\sum_{i=0}^m x_i$	$\sum_{i=0}^m x_i^2$	$\sum_{i=0}^m x_i^3$	$\sum_{i=0}^m x_i^4$	$\sum_{i=0}^m y_i$	$\sum_{i=0}^m x_i y_i$	$\sum_{i=0}^m x_i^2 y_i$
0.9	0.29	0.1	0.4	0.88	0.28	0.1

1. $a_0 = 0.055$; 2. $a_0 = -0.004$; 3. $a_0 = 0.792$; 4. $a_0 = 1.0$; 5. $a_0 = 0.012$

8. Какое число неизвестных постоянных необходимо определить для построения сходящегося итерационного процесса при решении системы нелинейных уравнений третьего порядка методом простых итераций?

1. 1;
2. 2;
3. 4;
4. 9;
5. 16.

9. Итерационной формулой решения нелинейных уравнений вида $f(x) = 0$ является формула вида:

1. $x_{k+1} = \phi(x_k)$, $k = 0, 1, \dots$, где $\phi(x_k) = x_k + cf(x_k)$;
2. $x = \phi(x)$ где $\phi(x) = x + cf(x)$;
3. $x = x + cf(x)$;
4. $x_{k+1} = x_k + cf(x_k)$, $k = 0, 1, \dots$;
5. все ответы правильные.

10. Решение нелинейного уравнения $f(x) = e^x + x = 0$ начинается с:

1. определения знака производной $f'(x) = e^x + 1$ на отрезке $x \in [a, b]$;
2. записи итерационной формулы $x = -e^x$ и проверки условия сходимости итерационного процесса на отрезке $x \in [a, b]$;
3. записи итерационной формулы $x = x + cf(x)$, где значение постоянной c определяется из условий сходимости итерационного процесса;
4. отделения корней исходного нелинейного уравнения;
5. определение начальных условий для начала итерационного процесса.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Метод Ньютона (метод касательных) для решения нелинейных уравнений.
2. Метод простых итераций для решения систем нелинейных уравнений.
3. Интерполяционная формула Лагранжа.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Приближенное вычисление несобственных интегралов.

3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий пред-

ставлены в таблице 3.2. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
4 семестр				
Тестирование	10	10		20
Устный опрос на занятии	2	2		4
Отчет по лабораторной работе	13	13		26
Итого (максимум за период)	25	25		50
Зачет / экзамен				50
Итого				100

Таблица 3.3. Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1.1 Основная литература

1. Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. – 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 448 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168828>

2. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 111 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454052>

3. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 107 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/454053>

4. Копченова Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 368 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171859>

4.1.2 Дополнительная литература

1. Амосов А. А. Вычислительные методы: учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 672 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168619>

2. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 672 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167894>

3. Численные методы: учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.]; под редакцией У. Г. Пирумова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 421 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/468650>

4. Волков Е. А. Численные методы: учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 252 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167179>

4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Вычислительная математика» в электронном виде (место хранения библиотека ЧФ КНИТУ-КАИ).

4.1.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Мухаметзянов И.Р. «Вычислительная математика» [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 «Информатика и ВТ» / КНИТУ-КАИ, Казань, 2017 – Доступ по логину и паролю. URL:https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=_202505_1&course_id=_12015_1&mode=reset

Идентификатор курса: 16_17_Chistopol_end_Mukhametzyanov_vm.pdf

4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <https://e.lanbook.com/>.

2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <http://znanium.com/>.

3. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <https://urait.ru/>.

4. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <http://library.kai.ru/>.

5. Единое окно доступа к информационным ресурсам. URL: <http://window.edu.ru>.

4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебных занятий	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска/интерактивная доска или мультимедийный проектор, персональный компьютер, система звукового сопровождения отображаемых видеоматериалов
Лабораторные занятия	Компьютерный класс	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная ПЭВМ, объединенные в ЛВС с выходом в Интернет
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы	Библиотечный фонд: печатные издания и ЭБС рабочие места, оборудованные ПЭВМ с выходом в интернет (Wi-Fi), МФУ, принтер

Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Microsoft Windows		Лицензионное

	Microsoft Office		
2	Microsoft Windows Microsoft Office Microsoft Visual Studio Code Block MathCAD Education – University Edition		Лицензионное

5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к зачету (экзамену)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изме- нений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафед- рой, реализующей дисциплину

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой ведущей	«Согласовано» зав. кафедрой выпускающей
2022/2023		
2023/2024		
2024/2025		