

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

*подпись*

« 29 » августа 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1. О.26 Численные методы

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил(и):

А.Д. Колотий, доцент КПМ, к.ф.-м.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол №1 от «28» августа 2025г.

И.о. заведующего кафедрой (разработчика)

А. В. Письменский



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №1 от «28» августа 2025г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,  
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Развитие профессиональных компетенций по приобретению практических навыков использования численных методов для решения различных физико-математических задач.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- Актуализация и развитие знаний в области программирования численных методов.
- Овладение математической и алгоритмической составляющей численных методов, применяемых при решении научно-технических задач.
- Формирование устойчивых навыков применения компьютерных технологий для реализации численных методов, в научном анализе ситуаций, возникающих в ходе создания новой техники и новых технологий.
- Умение отбирать наиболее эффективные численные методы решения конкретной задачи, учитывая такие факторы, как алгоритмическую простоту метода, точность вычислений, быстроту сходимости, наличие дополнительных условий для применения метода, устойчивость метода.
- Умение интерпретировать результаты расчетов, полученных численными методами.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Численные методы» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами базовой части Блока 1:

- Алгебра и аналитическая геометрия;
- Алгебра и введение в тензорный анализ;
- Математический анализ;
- Математический анализ II;
- Комплексный анализ;
- Функциональный анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Программирование;
- Алгоритмы и структуры данных;
- Численные методы и цифровая обработка сигналов;
- Уравнения математической физики.

### **1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы**

#### **Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)**

Задачи:

1. Разработка процессов извлечения, преобразования и загрузки (ETL) данных
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных

4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных.

### **Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)**

Задачи:

1. Реализация ML-моделей в информационных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продакшене
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

### **Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)**

Задачи:

1. Разработка процессов извлечения, преобразования и загрузки (ETL) данных
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных

## **1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

<b>Код, уровень и формулировка компетенции</b>	<b>Индикаторы</b>	<b>Результат обучения по дисциплине</b>
<b>ОПК-2</b> Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	<b>ОПК-2.1</b> Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	Способен применять системный подход к анализу прикладной задачи: формулировать математическую модель, оценивать её корректность, устойчивость и обусловленность, а также обоснованно выбирать и адаптировать численные методы для её решения.
	<b>ОПК-2.2</b> Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Использует современный аппарат вычислительной математики (включая методы линейной алгебры, интерполяции, аппроксимации, численного интегрирования и решения дифференциальных уравнений) для построения и анализа моделей реальных процессов в естественных, инженерных и информационных науках.

<b>ОПК-5</b> Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<b>ОПК-5.1</b> Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Аргументированно применяет методы проектирования и реализации численных алгоритмов: от выбора подходящей вычислительной схемы до программной реализации, тестирования и оценки точности, устойчивости и эффективности программного решения прикладной задачи.
<b>PL-3</b> Способен применять языки программирования С/С++ для решения задач в области ИИ	<b>PL-3.2</b> Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на С++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в том числе для встроенных систем	Способен разрабатывать и отлаживать программные реализации численных методов на языке С++ с учётом особенностей машинной арифметики, требований к устойчивости и точности вычислений, а также ограничений по памяти и производительности, характерных для встроенных и ограниченных по ресурсам вычислительных платформ.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		4					
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>68,5</b>	<b>68,5</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>					
Занятия лекционного типа	32	32					
Лабораторные занятия	32	32					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5					
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>39,8</b>	<b>39,8</b>					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	30	30					
Подготовка к текущему контролю	9,8	9,8					

<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>					
Подготовка к экзамену	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>				
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>68,5</b>	<b>68,5</b>				
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>				

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	7	2		2	3
2.	Прямые методы решения СЛАУ. Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	8	2		2	4
3.	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	10	3		3	4
4.	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	10	3		3	4
5.	Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	12	4		4	4
6.	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	6,8	1		1	4,8
7.	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	8	2		2	4
8.	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	6	2		2	2
9.	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	6	2		2	2
10.	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений. Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	11	4		4	3
11.	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	11	4		4	3
12.	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	8	3		3	2
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>103,8</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>39,8</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>		<b>144</b>				

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	Основные этапы математического моделирования. Классификация погрешностей. Особенности машинной арифметики. Примеры устойчивых и неустойчивых математических задач. Обусловленность СЛАУ, примеры.	Т
2.	Прямые методы решения СЛАУ. Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	Метод исключения Гаусса. LU-разложение матрицы. Метод прогонки, корректность и устойчивость. Поведение числа обусловленности при матричных преобразованиях. Метод вращений. Метод отражений.	Т
3.	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	Метод простой итерации, сходимость, апостериорная оценка погрешности. Метод Якоби. Метод Зейделя, сходимость, апостериорная оценка погрешности. Метод релаксации, сходимость.	Т
4.	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена. Интерполяция с кратными узлами.	Т
5.	Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы. Сходимость итерационного процесса. Интерполяционный кубический сплайн, построение, оценка погрешности. Метод наименьших квадратов.	К
6.	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности аппроксимации формул численного дифференцирования с помощью формулы Тейлора. Вычислительная погрешность.	Т
7.	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	Метод дихотомии. Метод простой итерации, сходимость, оценка погрешности. Метод Ньютона, геометрическая интерпретация, сходимость, оценка погрешности. Метод секущих, сходимость, геометрическая интерпретация. Метод обратной квадратичной интерполяции. Метод парабол.	Т
8.	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	Метод простой итерации, сходимость. Метод Зейделя. Метод Ньютона, сходимость, модификации. Метод секущих. Метод продолжения по параметру. Сведение задачи решения системы нелинейных уравнений к задаче минимизации.	К
9.	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	Каноническая и составная формулы прямоугольников, трапеций и Симсона. Порядок точности и обусловленность квадратурной формулы. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Гаусса. Апостериорная оценка погрешности.	К
10.	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений.	Свойства собственных значений и собственных векторов. Обусловленность задачи на собственные значения. Степенной метод. Метод исчерпывания.	Т

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	Нахождение собственных векторов обратными итерациями. Метод итерационного вращения Якоби для симметричной матрицы, сходимость. Метод вращений с выбором оптимального элемента. QR-алгоритм, сходимость. Нахождение QR разложения с помощью вращений.	
11.	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты, оценка погрешности по правилу двойного пересчета. Методы Адамса. Численное интегрирование жестких систем ОДУ.	Т
12.	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	Метод стрельбы. Метод конечных разностей, условие устойчивости. Метод линеаризации. Утверждение о сходимости решения разностной задачи к решению простейшей краевой задачи.	Т

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	Основные этапы математического моделирования. Классификация погрешностей. Особенности машинной арифметики. Примеры устойчивых и неустойчивых математических задач. Обусловленность СЛАУ, примеры.	РЗ
2.	Прямые методы решения СЛАУ. Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	Метод исключения Гаусса. LU-разложение матрицы. Метод прогонки, корректность и устойчивость. Поведение числа обусловленности при матричных преобразованиях. Метод вращений. Метод отражений.	РЗ
3.	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	Метод простой итерации, сходимость, апостериорная оценка погрешности. Метод Якоби. Метод Зейделя, сходимость, апостериорная оценка погрешности. Метод релаксации, сходимость.	РЗ
4.	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена. Интерполяция с кратными узлами.	РЗ
5.	Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы. Сходимость итерационного процесса. Интерполяционный кубический сплайн, построение, оценка погрешности. Метод наименьших квадратов.	РЗ
6.	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности аппроксимации формул численного дифференцирования с помощью формулы Тейлора. Вычислительная погрешность.	РЗ

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
7.	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	Метод дихотомии. Метод простой итерации, сходимость, оценка погрешности. Метод Ньютона, геометрическая интерпретация, сходимость, оценка погрешности. Метод секущих, сходимость, геометрическая интерпретация. Метод обратной квадратичной интерполяции. Метод парабол.	РЗ
8.	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	Метод простой итерации, сходимость. Метод Зейделя. Метод Ньютона, сходимость, модификации. Метод секущих. Метод продолжения по параметру. Сведение задачи решения системы нелинейных уравнений к задаче минимизации.	РЗ
9.	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	Каноническая и составная формулы прямоугольников, трапеций и Симсона. Порядок точности и обусловленность квадратурной формулы. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Гаусса. Апостериорная оценка погрешности.	РЗ
10.	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений. Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	Свойства собственных значений и собственных векторов. Обусловленность задачи на собственные значения. Степенной метод. Метод истощения. Нахождение собственных векторов обратными итерациями. Метод итерационного вращения Якоби для симметричной матрицы, сходимость. Метод вращений с выбором оптимального элемента. QR-алгоритм, сходимость. Нахождение QR разложения с помощью вращений.	РЗ
11.	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты, оценка погрешности по правилу двойного пересчета. Методы Адамса. Численное интегрирование жестких систем ОДУ.	РЗ
12.	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	Метод стрельбы. Метод конечных разностей, условие устойчивости. Метод линеаризации. Утверждение о сходимости решения разностной задачи к решению простейшей краевой задачи.	РЗ

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям,

	повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 г.
2	Подготовка к текущему контролю	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 18.05.2023 г.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме опроса, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену, зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 1-2
2	Прямые методы решения СЛАУ. Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 3-8
3	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 9-12
4	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 13-16

	погрешности интерполяции.			
5	Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 17-19
6	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 20-22
7	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 23-27
8	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 28-30
9	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 31-36
10	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений. Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 37-44
11	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 45-50
12	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; PL-3.2	Устный опрос	Вопрос на экзамене 51-55

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Соответствие освоения компетенций планируемому результату обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>удовлетворительно /зачтено</b> )				
<b>на пороговом уровне:</b>				
1.	<b>ОПК-2.1</b> Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает основные этапы математического моделирования, понятия корректности, устойчивости и обусловленности задач. Умеет анализировать прикладную задачу, формулировать её математическую постановку и выбирать подходящий численный метод. Владеет навыками системного подхода к построению вычислительных схем.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55

2.	<b>ОПК-2.2</b> Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат численных методов – включая методы решения СЛАУ, интерполяции, аппроксимации, численного интегрирования и дифференцирования. Умеет строить и анализировать вычислительные модели реальных процессов. Владеет методиками применения численных алгоритмов.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
3.	<b>ОПК-5.1</b> Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает принципы проектирования, реализации и верификации численных алгоритмов, включая оценку погрешностей, устойчивости и вычислительной сложности. Умеет разрабатывать программные реализации численных методов, проводить их тестирование и анализировать результаты. Владеет навыками проектирования программного обеспечения для решения вычислительных задач.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
4.	<b>РЛ-3.2</b> Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на С++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в том числе для встроенных систем	Знает особенности машинной арифметики, источники вычислительных погрешностей, а также требования к эффективности и устойчивости алгоритмов. Умеет адаптировать численные методы для реализации на встроенных системах, оптимизируя использование памяти и процессорного времени. Владеет навыками разработки и отладки численных алгоритмов на языке С++.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>хорошо /зачтено</b> )				
<b>на базовом уровне:</b>				
1.	<b>ОПК-2.1</b> Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает основные этапы математического моделирования, понятия корректности, устойчивости и обусловленности задач; классификацию численных методов. Умеет анализировать прикладную задачу, формулировать её математическую постановку и обоснованно выбирать подходящий численный метод. Владеет навыками системного подхода к построению	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55

		вычислительных схем и оценке их адекватности.		
2.	<b>ОПК-2.2</b> Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат численных методов – включая методы решения СЛАУ, интерполяции, аппроксимации, численного интегрирования и дифференцирования. Умеет строить и анализировать вычислительные модели реальных процессов на основе аппарата вычислительной математики. Владеет методиками применения численных алгоритмов для решения прикладных задач в естественных науках.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
3.	<b>ОПК-5.1</b> Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает принципы проектирования, реализации и верификации численных алгоритмов, включая оценку погрешностей, устойчивости и вычислительной сложности. Умеет разрабатывать программные реализации численных методов, проводить их тестирование и анализировать результаты с точки зрения точности. Владеет навыками проектирования и отладки программного обеспечения для решения вычислительных задач.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
4.	<b>РЛ-3.2</b> Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на С++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в том числе для встроенных систем	Знает особенности машинной арифметики, источники вычислительных погрешностей, а также требования к эффективности и устойчивости алгоритмов. Умеет адаптировать численные методы для реализации на встроенных и вычислительно ограниченных системах, оптимизируя использование памяти и процессорного времени без потери приемлемой точности. Владеет навыками разработки и отладки эффективных реализаций численных алгоритмов на языке С++.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>отлично /зачтено</b> )				
<b>на продвинутом уровне:</b>				
1.	<b>ОПК-2.1</b> Способен применять системный подход к анализу предметной	Знает основные этапы математического моделирования, понятия корректности,	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55

	(проблемной) области, выявлению требований к реализации алгоритмов решения прикладных задач	устойчивости и обусловленности задач; классификацию численных методов и критерии их применимости. Умеет анализировать прикладную задачу, формулировать её математическую постановку и обоснованно выбирать подходящий численный метод с учётом свойств задачи. Владеет навыками системного подхода к построению вычислительных схем и оценке их адекватности решаемой проблемной области.		
2.	<b>ОПК-2.2</b> Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знает математический аппарат численных методов – включая методы решения СЛАУ, интерполяции, аппроксимации, численного интегрирования и дифференцирования, а также решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Умеет строить и анализировать вычислительные модели реальных процессов на основе аппарата вычислительной математики. Владеет методиками применения численных алгоритмов для решения прикладных задач в естественных, инженерных и информационных науках.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
3.	<b>ОПК-5.1</b> Аргументировано применяет методы проектирования, разработки и реализации программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Знает принципы проектирования, реализации и верификации численных алгоритмов, включая оценку погрешностей, устойчивости и вычислительной сложности. Умеет разрабатывать программные реализации численных методов, проводить их тестирование и анализировать результаты с точки зрения точности и надёжности. Владеет навыками проектирования и отладки программного обеспечения для решения вычислительных задач с использованием современных языков программирования и библиотек.	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55
4.	<b>PL-3.2</b> Разрабатывает и отлаживает системы ИИ на C++ под конкретные аппаратные платформы с ограничениями по вычислительной мощности, в	Знает особенности машинной арифметики, источники вычислительных погрешностей, а также требования к эффективности и устойчивости алгоритмов при работе на	ЛР, К	Вопросы на экзамене 1-55

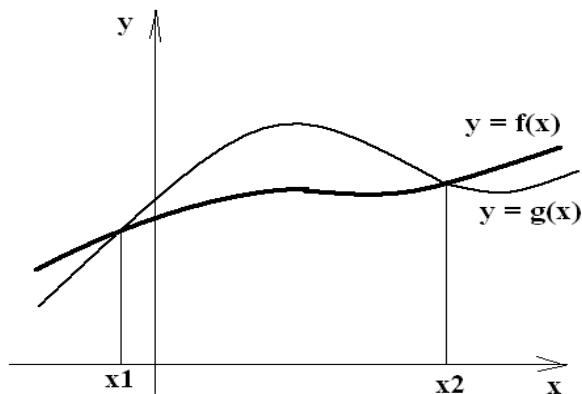
	том числе для встроенных систем	платформах с ограниченными ресурсами. Умеет адаптировать численные методы для реализации на встроенных и вычислительно ограниченных системах, оптимизируя использование памяти и процессорного времени без потери устойчивости и приемлемой точности. Владеет навыками разработки и отладки эффективных реализаций численных алгоритмов на языке C++ с учётом аппаратных ограничений целевых платформ.		
--	---------------------------------	--	--	--

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Вопросы для коллоквиумов, тестирования**

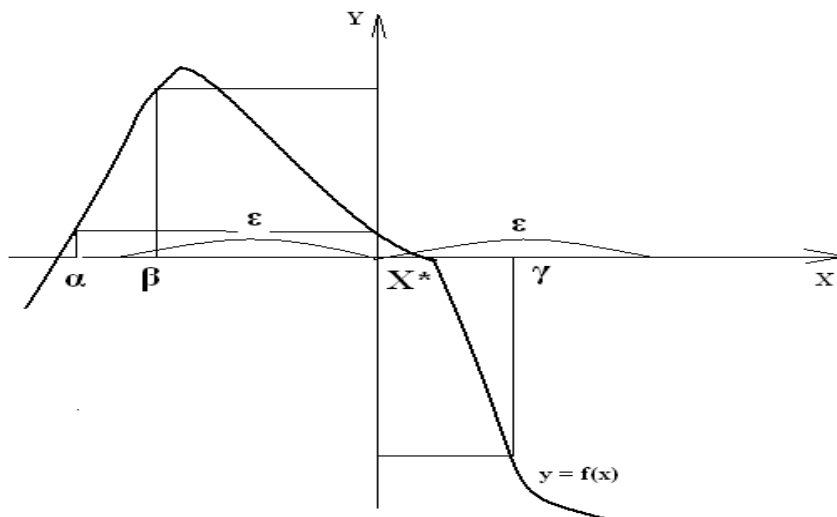
1. Какое требование обязательно при построении интерполяционного многочлена Лагранжа?
  - a. узлы интерполяции располагаются на равном расстоянии друг от друга;
  - b. крайние узлы интерполяции совпадают с концами отрезка интерполирования;
  - c. количество точек интерполяции равно степени интерполяционного многочлена;
  - d. интерполяционный многочлен в узлах интерполяции принимает значения интерполируемой функции.
2. Пусть точное значение  $A = 500$ , а приближенное  $a = 500,5$ . Относительная погрешность приближенного числа равна:
  - a. 0,001;
  - b. 0,01;
  - c. 0,1;
  - d. 0,5.
3. Пусть дана система линейных алгебраических уравнений у которой существует единственное решение. При использовании метода простой итерации для её решения в промежуточных вычислениях допущена ошибка. Тогда приближенное решение системы:
  - a. найти невозможно;
  - b. найти можно только если задано достаточно близкое к точному решению начальное приближение;
  - c. найти можно только в случае, когда в матрице системы нет нулевых элементов;
  - d. найти можно.
4. Какое из условий не является обязательным в определении интерполяционного кубического сплайна?
  - a. первая производная на каждом частичном отрезке является полиномом степени не выше второй;
  - b. вторая производная непрерывна на всем отрезке;
  - c. третья производная непрерывна в точках «склейки»;
  - d. значения сплайна заданы в нескольких точках.

5. Какое из следующих утверждений верно?



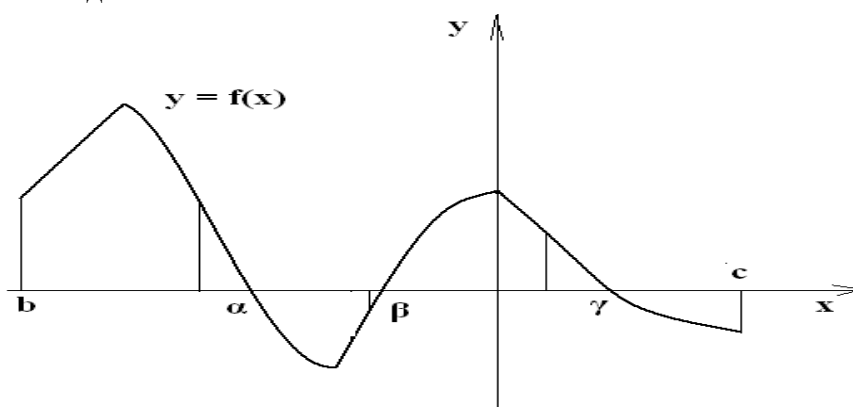
- функция  $y = g'(x)$  приближает функцию  $y = f'(x)$  в точке  $x_1$  лучше, чем в точке  $x_2$ ;
  - функция  $y = g'(x)$  приближает функцию  $y = f'(x)$  в точке  $x_1$  так же хорошо, как и в точке  $x_2$ ;
  - функция  $y = g'(x)$  приближает функцию  $y = f'(x)$  в точке  $x_1$  хуже, чем в точке  $x_2$ .
6. Пусть  $A$  – точное значение некоторой величины. Абсолютной погрешностью приближенного числа  $a$  называется:
- наименьшее доступное число  $\Delta a$ , не превосходящее  $|A - a|$ ;
  - наименьшее доступное число  $\Delta a$ , не меньше  $|A - a|$ ;
  - наибольшее доступное число  $\Delta a$ , не меньше  $|A - a|$ ;
  - наибольшее доступное число  $\Delta a$ , не превосходящее  $|A - a|$ .
7. Какой из методов не относится к точным методам решения систем линейных уравнений?
- метод Гаусса;
  - метод Зейделя;
  - метод Крамера;
  - метод прогонки.

8. Пусть  $x^*$  – точный, а  $\alpha, \beta, \gamma$  – приближённые корни уравнения  $f(x) = 0$ . По рисунку определите, какая из точек является лучшим приближением к корню?



- $\alpha$ ;
- $\beta$ ;
- $\gamma$ .

9. Уравнение  $f(x) = 0$  на отрезке  $[b; c]$  имеет три корня  $\alpha, \beta, \gamma$ . Пользуясь рисунком, определите, какой корень получится в результате применения метода половинного деления?



- a.  $\alpha$ ;
  - b.  $\beta$ ;
  - c.  $\gamma$ ;
  - d. ответить нельзя.
10. При замене краевой задачи сеточной используются формулы:
11. Является ли матрица  $\begin{pmatrix} 2 & -0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.3 & -3 & 1 & -1.4 & 0.7 & - \\ 0.8 & 4 & 2.6 & -0.5 & 1.2 & -2.5 & -5 & & & \end{pmatrix}$  матрицей с преобладающей главной диагональю?
- a. является;
  - b. нет, т.к. в 1-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
  - c. нет, т.к. во 2-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
  - d. нет, т.к. в 3-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
  - e. нет, т.к. в 4-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали.
12. Какое из чисел имеет такой же порядок, как и число  $2,5 \cdot 10^{-3}$ ?
- a. 0,008;
  - b.  $10^{-2}$ ;
  - c.  $0,56 \cdot 10^{-4}$ ;
  - d. 0,00025.
13. Пусть задана квадратичная функция  $y(x)$  и точки:  $x_0, x_1 = x_0 + h, x_2 = x_1 + h$ . Какая из формул даёт точное значение?
- a.  $y'(x_1) = \frac{y(x_1) - y(x_0)}{h}$ ;
  - b.  $y'(x_1) = \frac{y(x_2) - y(x_0)}{2h}$ ;
  - c.  $y'(x_0) = \frac{y(x_1) - y(x_0)}{h}$ ;
  - d.  $y'(x_1) = \frac{y(x_2) - y(x_1)}{h}$ .
14. Интерполяционный многочлен Ньютона задан формулой  $N = 1 - 2 \cdot (x - 1) + 3 \cdot (x - 1) \cdot (x - 3)$ . Какое число является значением заданной функции в одной из точек интерполяции?
- a. -4;
  - b. 12;
  - c. 17;
  - d. 29.
15. Для какого из приближённых методов отыскания корня уравнения достаточно задать одно начальное приближение?
- a. метод хорд;
  - b. метод секущих;
  - c. метод касательных;
  - d. метод половинного деления.

16. Какое из утверждений о методе Эйлера решения задачи Коши не является верным?
- метод Эйлера имеет второй порядок точности;
  - метод Эйлера является частным случаем метода Рунге-Кутты;
  - метод Эйлера является частным случаем метода разложения решения в ряд Тейлора;
  - в вычислениях значений приближённого решения при переходе к следующей точке допускается менять шаг.
17. Интерполяционный многочлен какой степени используется для построения квадратуры Симпсона численного интегрирования?

*Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:*  
ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; РЛ-3.2.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

### *Вопросы для подготовки к экзамену*

- Основные этапы математического моделирования. Классификация погрешностей. Особенности машинной арифметики.
- Примеры устойчивых и неустойчивых математических задач. Обусловленность СЛАУ, примеры.
- Метод исключения Гаусса.
- LU-разложение матрицы.
- Метод прогонки, корректность и устойчивость.
- Поведение числа обусловленности при матричных преобразованиях.
- Метод вращений.
- Метод отражений.
- Метод простой итерации, сходимость, апостериорная оценка погрешности.
- Метод Якоби.
- Метод Зейделя, сходимость, апостериорная оценка погрешности.
- Метод релаксации, сходимость.
- Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- Интерполяционный многочлен Ньютона.
- Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена.
- Интерполяция с кратными узлами.
- Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы. Сходимость итерационного процесса.
- Интерполяционный кубический сплайн, построение, оценка погрешности.
- Метод наименьших квадратов.
- Метод неопределенных коэффициентов.
- Оценка погрешности аппроксимации формул численного дифференцирования с помощью формулы Тейлора.
- Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.
- Решение нелинейных уравнений. Метод дихотомии. Метод простой итерации, сходимость, оценка погрешности.
- Метод Ньютона, геометрическая интерпретация.
- Теорема о сходимости метода Ньютона. Критерий оценки погрешности.
- Метод секущих, сходимость, геометрическая интерпретация.
- Метод обратной квадратичной интерполяции. Метод парабол.

28. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации, сходимость. Метод Зейделя.
29. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений, сходимость
30. Модификации метода Ньютона. Метод секущих. Сведение задачи решения системы нелинейных уравнений к задаче минимизации
31. Формула прямоугольников каноническая и составная.
32. Формула трапеций каноническая и составная.
33. Формула Симпсона каноническая и составная.
34. Порядок точности и обусловленность квадратурной формулы. Квадратурные формулы интерполяционного типа.
35. Квадратурные формулы Гаусса.
36. Апостериорная оценка погрешности.
37. Свойства собственных значений и собственных векторов. Обусловленность задачи на собственные значения.
38. Степенной метод.
39. Метод исчерпывания.
40. Нахождение собственных векторов обратными итерациями.
41. Метод итерационного вращения Якоби для симметричной матрицы, сходимость.
42. Метод вращений с выбором оптимального элемента.
43. QR-алгоритм, сходимость.
44. Нахождение QR разложения с помощью вращений.
45. Метод Эйлера Эйлера решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
46. Метод Рунге-Кутты. Получение расчетных формул второго порядка аппроксимации.
47. Метод Рунге-Кутты для систем дифференциальных уравнений.
48. Оценка погрешности метода Рунге-Кутты по правилу двойного пересчета.
49. Методы Адамса.
50. Численное интегрирование жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
51. Метод стрельбы решения краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка.
52. Метод стрельбы для краевой задачи общего вида.
53. Метод конечных разностей, условие устойчивости.
54. Метод линеаризации.
55. Утверждение о сходимости решения разностной задачи к решению простейшей краевой задачи.

***Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:***  
ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-5.1; РЛ-3.2.

**4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

***Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете и экзамене:***

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине являются зачет и экзамен. Студенты обязаны сдать зачет и экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену и результатов текущего контроля.

Зачет и экзамен по дисциплине преследуют цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения зачета и экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результаты сдачи зачета и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы зачета и экзамена.

#### ***Критерии оценки по экзамену:***

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

#### ***Критерии оценки по зачету:***

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки, справляется с материалом без видимых затруднений; студент умеет правильно объяснять материал, подкрепляя его примерами, и, применяя полученные знания при решении практических задач.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры, решает задачи с видимыми затруднениями; довольно ограниченный объем знаний теоретического материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### ***Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания коллоквиума***

#### ***Критерии оценки:***

«Отлично»: Ответ демонстрирует глубокое и системное понимание теоретических основ численных методов. Студент точно и полностью формулирует определения (например, числа обусловленности, устойчивости алгоритма, порядка аппроксимации), условия применимости теорем (о сходимости итерационных методов, существовании LU-разложения и др.) и корректно использует математическую и вычислительную терминологию. Свободно устанавливает связи между понятиями (например, между обусловленностью задачи и устойчивостью метода, между гладкостью функции и точностью квадратурной формулы), поясняет суть утверждений, может изложить идею доказательства или привести содержательный пример (включая контрпример). Изложение логично, структурировано, без терминологических или содержательных ошибок.

«Хорошо»: Ответ в целом корректен и отражает хорошее понимание ключевых идей курса. Основные определения и условия теорем сформулированы верно, хотя могут отсутствовать второстепенные детали (например, не указано требование диагонального преобладания для сходимости метода Якоби). Студент понимает связь между основными понятиями (погрешность метода и вычислительная погрешность, сходимость и устойчивость), но объяснения могут быть неполными или недостаточно точными. Возможны незначительные неточности в терминологии. При уточняющих вопросах способен восстановить логику рассуждений, но аргументация может быть недостаточно развёрнутой.

«Удовлетворительно»: Ответ носит фрагментарный или формальный характер. Студент воспроизводит отдельные элементы теории (например, называет метод Гаусса или формулу Симпсона), но не владеет точными формулировками, не понимает условий применимости методов или источников погрешностей. Имеются существенные пробелы: путает прямые и итерационные методы, не различает аппроксимационную и вычислительную погрешности, не может объяснить, что означает устойчивость разностной схемы или обусловленность СЛАУ. Возможны грубые терминологические ошибки. Ответ

демонстрирует минимально достаточный уровень для допуска к практическим или лабораторным работам, но требует серьёзной доработки теоретической базы.

«Неудовлетворительно»: Ответ отсутствует или содержит фундаментальные ошибки, свидетельствующие о непонимании базовых понятий дисциплины. Студент не может сформулировать даже простейшие определения (например, что такое интерполяционный многочлен, в чём состоит задача Коши, что означает сходимость итерационного процесса). Имеет место путаница в ключевых терминах (например, путает LU-разложение с QR-разложением, не различает метод Ньютона и метод секущих), логическая несвязность, попытки угадывания вместо содержательного ответа. Теоретический материал курса не усвоен.

### ***Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания решения задач по тематике лабораторных работ***

#### ***Критерии оценки:***

5 (Отлично): Все задачи решены корректно с обоснованным выбором численных методов; проведена оценка погрешности и анализ устойчивости/сходимости; выводы полные и обоснованные; оформление аккуратное.

4 (Хорошо): Большинство задач решены верно; допущены мелкие ошибки в реализации метода или оценке погрешности; выводы присутствуют, но краткие.

3 (Удовлетворительно): Решены не все задачи; есть ошибки в выборе метода, отсутствует оценка погрешности или проверка результатов; выводы неполные или отсутствуют.

2 (Неудовлетворительно): Менее половины заданий выполнено; систематические ошибки в применении численных методов; работа не соответствует заданию.

### **4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры**

#### **Условия применения:**

- Курс рассчитан на студентов 2-го года обучения.
- Поддерживаемый язык программирования: C++.
- Наличие среды разработки (например, CLion, Visual Studio, VS Code с CMake).
- Доступ к системам контроля версий (Git).

#### **Цели, задачи и ожидаемые результаты**

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- Обеспечить студентам практику в разработке эффективных, устойчивых и точных реализаций численных алгоритмов на C++.
- Приучить к стандартам инженерного программирования: модульность, документирование, тестирование, оценка погрешностей и анализ вычислительной сложности.
- Организовать автоматизированную проверку корректности, точности и устойчивости реализаций численных методов.

Задачи преподавателя:

- Создание учётных записей студентов в GitLab вуза
- Настройка GitLab Runner
- Разработка шаблонного репозитория для лабораторных работ по численным методам

- Написание автотестов для индивидуальных заданий
- Визуализация результатов тестирования

Ожидаемые результаты студентов:

- Уверенное владение Git для отправки решений.
- Способность реализовывать численные методы на C++ с анализом точности и устойчивости.
- Умение интерпретировать результаты автотестов и улучшать код на их основе.

### Порядок реализации

Задача №1: Создание учётных записей студентов в GitLab вуза

- Создание групп по подгруппам (например, «ЧМ\_CPP\_4-1»).
- Массовое добавление студентов через CSV.
- Назначение ролей: студенты – Developer, преподаватели – Maintainer/Owner.
- Настройка шаблонов репозитория для лабораторных работ: «slae», «interpolation», «ode», «quadrature» и др.

Задача №2: Настройка GitLab Runner

- Создание учебных групп (например, «ЧМ\_CPP\_4-1»).
- Массовое добавление студентов через CSV-импорт.
- Назначение прав: студенты – Developer, преподаватели – Owner.
- Настройка шаблонов проектов для лабораторных работ по темам курса (СЛАУ, интерполяция, ОДУ и др.).

Задача №3: Разработка шаблонного репозитория для лабораторных работ по численным методам

Шаблон включает:

- CMakeLists.txt – единая система сборки.
- src/, include/ – структура для реализации методов (Гаусс, прогонка, Ньютон, Рунге–Кутта и др.).
- tests/ – автотесты на Google Test.
- README.md – инструкция по сборке, запуску и оформлению отчёта.
- .gitlab-ci.yml – конфигурация CI/CD с этапами build, test, report.

Задача №4: Написание автотестов для индивидуальных заданий

Автотесты проверяют:

- ИЗ1 (СЛАУ): корректность LU-разложения, число обусловленности, сходимость итерационных методов.
- ИЗ2 (Интерполяция): точность многочлена, поведение на сетке Чебышёва, оценка остаточного члена.
- ИЗ3 (ОДУ): порядок аппроксимации, устойчивость, корректность двойного пересчёта.

Тесты реализованы на Google Test, используют эталонные решения и теоретические оценки погрешности.

Задача №5: Визуализация результатов тестирования

- После выполнения пайплайна генерируется текстовый/CSV-отчёт как артефакт.
- Отчёт содержит: абсолютную/относительную погрешность, эмпирический порядок сходимости, время выполнения, диагностические сообщения.
- Результаты позволяют студенту понять, соответствует ли реализация требованиям курса по точности и устойчивости.

### **Порядок проверки корректности**

#### **Чек-лист проверки:**

##### 1. Подготовка среды выполнения

- Опубликована понятная инструкция по установке g++, CMake, Git и настройке среды (CLion/VS Code).
- Доступен рабочий Docker-образ или виртуальная машина со всеми зависимостями (g++-13, CMake, Google Test, Eigen3).
- Пример минимального проекта успешно собирается и проходит тесты.

##### 2. Учебные материалы и шаблоны

- Для каждой лабораторной работы есть шаблон репозитория с корректной структурой и CMakeLists.txt.
- Заготовки кода снабжены комментариями; в README.md указаны цель, требования и формат отчёта.
- Эталонные решения протестированы и соответствуют программе курса.

##### 3. Система оценки

- Автотесты на Google Test проверяют точность, порядок сходимости и устойчивость реализаций.
- Пороги погрешности обоснованы теоретически (например,  $O(h^2)$  для метода трапеций).
- Тесты интегрированы в GitLab CI и запускаются автоматически при пуше.

##### 4. Обратная связь и поддержка

- Студент получает понятный отчёт: значение погрешности, диагностическое сообщение («расходится», «превышен допуск» и т.п.).
- Предусмотрены рекомендации по исправлению типичных ошибок.
- Организована техническая поддержка (чат, консультации).

##### 5. Сопровождение и актуальность

- Все материалы обновлены на текущий учебный год.
- Инфраструктура протестирована на пилотной группе (преподаватели/волонтёры).
- Документированы основные компоненты (CI/CD, структура проекта, формат тестов).

#### **4.4. Методические указания по организации лабораторных работ**

### **Условия применения:**

- Курс рассчитан на студентов 2-го года обучения.
- Поддерживаемый язык программирования: C++.
- Наличие среды разработки (например, CLion, VS Code или Visual Studio).
- Доступ к системам контроля версий (Git).

### **Цели, задачи и ожидаемые результаты**

Цель организации лабораторных работ:

Формирование у студентов практических навыков разработки, тестирования и анализа численных алгоритмов с учётом их точности, устойчивости, вычислительной сложности и особенностей машинной арифметики.

Задачи преподавателя:

1. Организовать лабораторные работы по ключевым темам дисциплины.
2. Подготовить методические материалы и инструментарий для выполнения лабораторных заданий.
3. Обеспечить студентов примерами реализаций, тестовыми данными и вычислительной средой.
4. Разработать критерии оценки и проверки выполненных работ.
5. Обеспечить связь между теоретическими свойствами методов и их поведением в реальных вычислениях.
6. Актуализировать лекционные презентации.

Ожидаемые результаты студентов:

- Знает основные численные методы: прямые и итерационные для СЛАУ, интерполяцию, численное интегрирование, решение нелинейных уравнений и ОДУ; понятия погрешности, обусловленности, устойчивости, порядка сходимости.
- Умеет реализовывать методы на C++, оценивать погрешность (апостериорно и априорно), исследовать сходимость и устойчивость, выбирать адекватный метод для задачи.
- Владеет навыками работы с Git, сборки проектов через CMake, анализа численных результатов и оформления инженерного отчёта.

### **Порядок реализации**

Задача №1: Организовать лабораторные работы по ключевым темам дисциплины

Порядок выполнения задачи:

1. Сформировать перечень работ, охватывающий программу:
  - Решение СЛАУ (метод Гаусса, LU-разложение, прогонка, итерационные методы)
  - Интерполяция и сплайны
  - Численное интегрирование (формулы Ньютона–Котеса, Гаусса)
  - Решение нелинейных уравнений (Ньютон, секущие, дихотомия)
  - Численное решение задачи Коши (Эйлер, Рунге–Кутта)
  - Краевые задачи (метод стрельбы, конечных разностей)
2. Определить объём и продолжительность каждой работы (2–4 академических часа).
3. Разработать краткие методические указания с пошаговой инструкцией.
4. Оформить задания в формате PDF/Markdown с требованиями к коду, отчёту и оценке погрешности.

5. Провести пилотное тестирование на коллегам или ассистентах.
6. Внести корректировки на основе обратной связи.

Задача №2: Подготовить методические материалы и инструментарий для выполнения лабораторных заданий

Порядок выполнения задачи:

1. Убедиться в доступности и корректной установке: g++-13, CMake, Git, Google Test.
2. Подготовить Docker-образ или инструкцию по настройке локальной среды.
3. Разработать шаблон C++-проекта с CMakeLists.txt, структурой src/, include/, tests/.
4. Проверить совместимость всех компонентов (C++17, линковка библиотек, запуск тестов).
5. Убедиться, что среда поддерживает отладку и профилирование (gdb, valgrind).

Задача №3: Обеспечить студентов примерами кода, тестовыми данными и средой выполнения

Порядок выполнения задачи:

1. Создать эталонные реализации ключевых методов (например, метод Зейделя, кубический сплайн, Рунге–Кутта).
2. Подготовить тестовые задачи с известными точными решениями для оценки погрешности.
3. Сформировать наборы данных: плохо обусловленные матрицы, функции с разрывами, жёсткие ОДУ.
4. Разработать примеры типичных ошибок: потеря значимости, расходимость итераций, неверный шаг.
5. Документировать всё с комментариями и ссылками на теорию.

Задача №4: Разработать критерии оценки и проверки выполненных работ

Порядок выполнения задачи:

1. Сформулировать критерии:
  - Корректность реализации метода
  - Наличие и точность оценки погрешности
  - Анализ сходимости/устойчивости
  - Качество кода и оформление отчёта
2. Разработать чек-лист для преподавателя.
3. Для ключевых работ – подготовить автотесты с проверкой точности и порядка сходимости.
4. Установить требования к отчёту: цель, теория, код, результаты, графики, выводы.
5. Обеспечить обратную связь: указание на ошибки и рекомендации по исправлению.

Задача №5: Обеспечить связь между теоретическими свойствами методов и их поведением в реальных вычислениях

Порядок выполнения задачи:

1. Включить в задания сравнительный анализ:
  - Прямые vs. итерационные методы для СЛАУ
  - Разные квадратурные формулы на одной функции
  - Явные vs. неявные схемы на жёстких ОДУ
2. Подготовить прикладные примеры:
  - Моделирование физических процессов (ОДУ),

- Аппроксимация экспериментальных данных (МНК, сплайны),
  - Расчёт инженерных задач (СЛАУ из МКЭ).
3. Требовать в отчёте объяснения: почему метод сошёлся/расходится, как влияет обусловленность, зачем нужна двойная точность.
  4. Проверить, что интерпретации соответствуют уровню курса.
  5. Ввести итоговую комплексную работу по численному решению прикладной задачи.

#### Задача №6: Актуализация презентаций

Порядок выполнения задачи:

1. Обновить лекционные презентации в соответствии с текущей программой курса.
2. Сверстать слайды в едином стиле: чёткие формулировки, минимум текста, максимум схем, графиков погрешностей, блок-схем алгоритмов и визуализаций численных решений

### 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

#### 5.1. Учебная литература

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 9-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 639 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 06.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-00101-836-0. - Текст : электронный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=147119&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147119&idb=0)
2. Галанин, Михаил Павлович. Методы численного анализа математических моделей / М. П. Галанин, Е. Б. Савенков . - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2010. - 590 с. : ил. - (Математическое моделирование в технике и в технологии ). - Библиогр.: с. 561-575. - ISBN 9785703832523 : 91.00. - Текст : непосредственный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=87638&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=87638&idb=0)
3. Самарский, Александр Андреевич. Численные методы решения задач конвекции-диффузии : [учебное пособие] / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. - Изд. 4-е. - М. : URSS : ЛИБРОКОМ, 2009. - 246 с. - Библиогр.: с. 238-244. - ISBN 9785397006903 : 289.00. - Текст : непосредственный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=84437&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=84437&idb=0)
4. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 252 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/254663> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-44711-4. - Текст : электронный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=163937&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=163937&idb=0)
5. Гулин, Алексей Владимирович. Устойчивость нелокальных разностных систем / А. В. Гулин, Н. И. Ионкин, В. А. Морозова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Фак. вычислительной математики и кибернетики. - М. : URSS : [Изд-во ЛКИ], 2008. - 316 с. - Библиогр.: с. 308-315. - ISBN 9785382006826. - Текст : непосредственный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=67020&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=67020&idb=0)
6. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210437> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-0799-6. - Текст : электронный. URL: [http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=169742&idb=0](http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=169742&idb=0)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

## 5.2. Периодические издания и конференции (А\*)

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. IEEE Transactions on Big Data – научные статьи по обработке больших данных.
4. Journal of Big Data (SpringerOpen) – открытый журнал с исследованиями в области Big Data.
5. Big Data Research (Elsevier) – публикации по анализу, управлению и визуализации данных.
6. Data Science Journal (CODATA) – междисциплинарные исследования данных.
7. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) – методы извлечения знаний из больших данных.
8. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
9. <https://openreview.net/forum?id=EIUrNM9U8c#discussion>
10. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
11. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
12. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
13. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8\\_30](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30)
14. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10)
15. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>
- 16.

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Электронно-библиотечные системы (ЭБС):*

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

*Профессиональные базы данных*

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>

15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### *Бесплатные образовательные ресурсы*

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

#### *Ресурсы свободного доступа*

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

#### *Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ*

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятием дифференциальных уравнений и освоиться в решении практических задач.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений

задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов дискретной математики. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с дискретными объектами.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно-коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное решение для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

## **Кейсы ПАО «Сбербанк»**

### **1. Численное моделирование динамики финансовых индикаторов для автоматического составления обзоров**

#### **Описание:**

Аналитики Сбера ежедневно работают с временными рядами: котировки, макропоказатели, волатильность. Для формирования обзоров требуется восстанавливать гладкие тренды, оценивать производные и прогнозировать поведение на основе численных моделей.

#### **Цель:**

Разработать алгоритм аппроксимации и сглаживания временных рядов (сплайны, МНК, локальная регрессия), а также численного дифференцирования для оценки скорости изменений.

#### **Ожидаемый результат:**

Программа на C++, строящая гладкую аппроксимацию данных, вычисляющая первую/вторую производные и формирующую структурированный текстовый отчет с количественными выводами («ускорение роста ВВП», «замедление инфляции»).

### **2. Численный анализ текстовых обращений через векторные представления и кластеризацию**

#### **Описание:**

Обращения клиентов преобразуются в числовые векторы (например, через TF-IDF или эмбединги). Далее требуется кластеризовать их и оценить «серьезность» на основе расстояний в пространстве признаков.

#### **Цель:**

Применить численные методы линейной алгебры (SVD, QR) и оптимизации для снижения размерности и кластеризации, а также оценить устойчивость решений к шуму в данных.

#### **Ожидаемый результат:**

C++ – реализация pipeline: предобработка → снижение размерности → кластеризация → ранжирование по норме отклонения от центроидов.

### **3. Численное моделирование сценариев социальной инженерии для оценки уязвимостей**

#### **Описание:**

Для киберучений требуется генерировать разнообразные сценарии атак, моделируемые как последовательности событий с заданными вероятностями и зависимостями.

#### **Цель:**

Разработать численную модель на основе систем дифференциальных уравнений или марковских цепей для симуляции поведения пользователей под воздействием фишинговых сценариев.

**Ожидаемый результат:**

Программа, реализующая численное решение системы ОДУ или стохастическую симуляцию, с оценкой вероятности успешной атаки в зависимости от параметров.

**4. Численное моделирование взаимодействия клиента с физическим пространством отделения**

**Описание:**

Поведение клиента в отделении (траектория, время ожидания, выбор окна) может быть описано системой уравнений с запаздыванием или уравнениями в частных производных.

**Цель:**

Построить и численно решить модель на основе метода конечных разностей или систем ОДУ для оптимизации потоков клиентов.

**Ожидаемый результат:**

C++-программа с визуализацией траекторий и оценкой времени обслуживания при разных конфигурациях отделения.

**5. Устойчивость и обусловленность моделей принятия решений в регулируемой среде**

**Описание:**

Решения банковских моделей должны быть устойчивы к малым возмущениям входных данных и интерпретируемы.

**Цель:**

Исследовать обусловленность задач оптимизации и систем уравнений, лежащих в основе скоринга и рейтингов, с оценкой чувствительности решений.

**Ожидаемый результат:**

Анализ числа обусловленности, оценка погрешности решения при возмущении данных, рекомендации по регуляризации.

**6. Численное моделирование пользовательских сценариев в мобильном приложении**

**Описание:**

Поведение пользователей (последовательность действий, время реакции) моделируется как стохастический процесс.

**Цель:**

Реализовать численную симуляцию сценариев с использованием методов Монте-Карло и решения систем линейных уравнений для стационарных распределений.

**Ожидаемый результат:**

Генератор сценариев на C++ с оценкой вероятностей переходов и визуализацией типовых путей.

**7. Генерация синтетических данных с сохранением статистических свойств**

**Описание:**

Требуется сгенерировать искусственные транзакционные данные, сохраняя корреляции, распределения и временные зависимости.

**Цель:**

Применить численные методы: разложение Холецкого для коррелированных гауссиан, интерполяцию для временных рядов, методы обратного преобразования для негауссовых распределений.

**Ожидаемый результат:**

C++-программа, генерирующая синтетический датасет с контролируемыми

статистическими свойствами и оценкой расстояния до реальных данных (например, через эмпирические функции распределения).

## **8. Численная оценка инвестиционной привлекательности малого бизнеса**

### **Описание:**

Рейтинг компании строится на основе решения системы линейных или нелинейных уравнений, где веса факторов подбираются из условий оптимальности.

### **Цель:**

Реализовать методы решения СЛАУ и нелинейных систем (Ньютон, Зейдель) для вычисления рейтинга, а также оценить устойчивость к погрешностям в исходных данных.

### **Ожидаемый результат:**

Программа, вычисляющая рейтинг, анализирующая чувствительность и визуализирующая вклад каждого фактора.

## **9. Численный скоринг на основе поведенческих признаков**

### **Описание:**

Модель кредитоспособности сводится к решению задачи оптимизации или системе уравнений с регуляризацией.

### **Цель:**

Реализовать численные методы (градиентный спуск, метод сопряжённых градиентов) для нахождения параметров модели и оценить обусловленность задачи.

### **Ожидаемый результат:**

C++-реализация алгоритма обучения скоринговой модели с оценкой погрешности и устойчивости.

## **10. Предиктивная модель ROI инфраструктурных проектов**

### **Описание:**

Прогноз эффективности проекта описывается интегро-дифференциальным уравнением или системой ОДУ с параметрами из внешних источников.

### **Цель:**

Численно решить задачу Коши или краевую задачу с использованием методов Рунге–Кутты или конечных разностей.

### **Ожидаемый результат:**

Программа с геовизуализацией прогноза и анализом чувствительности к сценарным параметрам.

## **11. Численный анализ поведения пользователей цифрового рубля**

### **Описание:**

Данные о транзакциях моделируются как временные ряды. Требуется оценить производные, тренды и точки смены режима.

### **Цель:**

Применить численное дифференцирование, сплайн-интерполяцию и методы сглаживания для выявления паттернов.

### **Ожидаемый результат:**

Анализ скорости и ускорения транзакционной активности с оценкой погрешности численных производных.

## **12. Сравнение численных методов решения задач компьютерного зрения**

### **Описание:**

Генерация изображений в задачах банка может быть сведена к решению уравнений в частных производных (например, диффузионные модели).

### **Цель:**

Сравнить методы конечных разностей, конечных элементов и спектральные методы по точности, устойчивости и скорости сходимости.

**Ожидаемый результат:**

Таблица сравнения методов с графиками погрешности, временем выполнения и визуальными примерами решений.

**Кейсы от «АВАЛАБ»**

**1. Численный интерфейс для VI-системы на основе аппроксимации запросов**

**Описание:**

Запросы пользователей преобразуются в параметры для вызова аналитических функций. Требуется численно аппроксимировать неизвестные зависимости между формулировкой и параметрами.

**Цель:**

Применить методы интерполяции и МНК для построения отображения «текст → параметры».

**Ожидаемый результат:**

C++-модуль, преобразующий запрос в числовые параметры с оценкой погрешности аппроксимации.

**2. Численный анализ обращений через кластеризацию и снижение размерности**

**Описание:**

Обращения представлены векторами. Задача – выявить кластеры и ключевые направления.

**Цель:**

Реализовать SVD или метод главных компонент для снижения размерности и итерационные методы для кластеризации.

**Ожидаемый результат:**

Программа с визуализацией кластеров и оценкой устойчивости решений.

**3. Численное моделирование инженерных систем для генерации документации**

**Описание:**

Пояснительные записки содержат результаты расчётов: нагрузки, теплотери, прочность.

**Цель:**

Реализовать численные методы (конечные разности, МНК) для расчёта инженерных величин по исходным данным.

**Ожидаемый результат:**

C++-программа, вычисляющая параметры и формирующая структурированный отчёт с численными результатами.

**4. Численный анализ строительных площадок через решение обратных задач**

**Описание:**

По фото и отчётам требуется оценить прогресс строительства. Это – обратная задача для уравнений роста.

**Цель:**

Решить обратную задачу методом наименьших квадратов или итерационной оптимизации.

**Ожидаемый результат:**

Программа, оценивающая степень завершения работ и вероятность отклонения от графика.

**5. Численное моделирование рекламной эффективности жилых комплексов**

**Описание:**

Эффективность рекламы зависит от множества факторов. Требуется построить регрессионную модель.

**Цель:**

Применить МНК и регуляризацию для построения модели и оценить обусловленность нормальной системы.

**Ожидаемый результат:**

Программа, прогнозирующая отклик по характеристикам объекта.

## **6. Численная генерация шаблонов договоров через параметрическую интерполяцию**

**Описание:**

Договоры зависят от параметров (площадь, цена, сроки).

**Цель:**

Использовать интерполяцию и сплайны для генерации числовых полей (платежи, штрафы) по входным данным.

**Ожидаемый результат:**

Модуль, вычисляющий все числовые поля договора с контролем погрешности.

## **7. Прогноз сдачи объектов через численное решение дифференциальных уравнений роста**

**Описание:**

Прогресс строительства моделируется дифференциальным уравнением.

**Цель:**

Численно решить задачу Коши и оценить время достижения 100%.

**Ожидаемый результат:**

Программа с прогнозом даты сдачи и доверительным интервалом.

## **8. Численный помощник для покупателей квартир**

**Описание:**

Ответы на вопросы требуют расчёта ипотеки, платежей, сроков.

**Цель:**

Реализовать численные методы для решения нелинейных уравнений (например, для расчёта эффективной ставки).

**Ожидаемый результат:**

C++-модуль, вычисляющий платежи, переплату, сравнивающий сценарии с оценкой погрешности.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

### **Перечень информационно-коммуникационных технологий**

1. Электронная почта (mail.ru, yandex.ru)
2. Yandex Browser
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ
4. GitLab / GitHub – хранение и проверка кода

### **Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

1. OpenOffice
2. GIT
3. Yandex Browser
4. Mozilla Firefox
5. Google Chrome

6. Python + Jupyter + Google Colab
7. SymPy/SageMath
8. Octave (аналог MATLAB)
9. CMake – система сборки проектов на C++
10. Gnuplot – визуализация графиков и погрешностей
11. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой C++ и Git
12. LaTeX (Overleaf) – оформление отчётов с математическими формулами

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащённый компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащённость помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office

Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office
--	--	--