

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.  
« 05 » \_\_\_\_\_ 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.13 «Численные методы»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое моделирование в естествознании  
и технологиях

Форма обучения очная

Квалификация Бакалавр

Краснодар 2020

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:

А.Д. Колотий кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры прикладной математики

Рабочая программа дисциплины Численные методы утверждена на заседании кафедры

прикладной математики

протокол № 10 «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Уртенев М.Х.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
протокол № 12 «20» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Бабешко В.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
компьютерных технологий и прикладной математики  
протокол № 2 «22» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук,  
профессор. Почетный работник высшего профессионального образования  
РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО  
«КубГТУ»

Марков Виталий Николаевич

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и  
программирования института компьютерных систем и информационной  
безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ»

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 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 в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины" учебного плана.

Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами базовой части Блока 1: математический анализ, алгебра и аналитическая геометрия, основы программирования, дифференциальные уравнения, методы оптимизации, практикум по численным методам.

## 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-2, ПК-3

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	основные понятия численных исследований математической модели	выбирать и применять численные методы для решения стандартных задач	базовыми навыками численного эксперимента для исследования конкретных математических моделей
2.	ПК-3 Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов	основные понятия, положения и методы теории численных методов	применять знания по теории численных методов для решения практических задач	навыками применений знаний по теории численных методов для решения практических задач

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач. ед. (324 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

(для студентов ОФО)

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5	6		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>						
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>						
Занятия лекционного типа		82	34	48		
Лабораторные занятия		-	-	-		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-		
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	4	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,6	0,3	0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>						
Курсовая работа						
Проработка учебного (теоретического) материала		30	20	10		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)						
Реферат						
Подготовка к текущему контролю		17	14	3		
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену		80,4	35,7	44,7		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>88,6</b>	<b>38,3</b>	<b>50,3</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	6	3			3
2.	Прямые методы решения СЛАУ.	9	5			4
3.	Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	8	4			4
4.	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	8	4			4
5.	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	8	4			4

6.	Многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	8	4			4
7.	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	6	3			3
8.	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	7	3			4
9.	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	8	4			4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	68	34			34
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	34			34

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности.	8	6			2
2.	Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	5	4			1
3.	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений.	5	4			1
4.	Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	8	6			2
5.	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	10	8			2
6.	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	8	6			2
7.	Разностные схемы для уравнений математической физики.	17	14			3
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	61	48			13
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	44,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	48			13

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

### 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	Основные этапы математического моделирования. Классификация погрешностей.	Резюме, аналитический

	модели и линейных систем. Понятие и примеры.	Особенности машинной арифметики. Примеры устойчивых и неустойчивых математических задач. Обусловленность СЛАУ, примеры.	обзор по проблеме.
2.	Прямые методы решения СЛАУ.	Метод исключения Гаусса. LU-разложение матрицы. Метод квадратного корня. Метод прогонки, корректность и устойчивость.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
3.	Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	Поведение числа обусловленности при матричных преобразованиях. Метод вращений. Метод отражений.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
4.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
5.	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена. Интерполяция с кратными узлами.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
6.	Многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы. Сходимость итерационного процесса. Теорема Фабера. Интерполяционный кубический сплайн, построение, оценка погрешности. Локальный сплайн. Метод наименьших квадратов.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
7.	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности аппроксимации формул численного дифференцирования с помощью формулы Тейлора. Вычислительная погрешность.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
8.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
9.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
10.	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности.	Каноническая и составная формулы прямоугольников, трапеций и Симсона. Порядок точности и обусловленность квадратурной формулы. Квадратурные формулы интерполяционного типа.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
11.	Квадратурные формулы	Квадратурные формулы Гаусса. Апостериорная оценка погрешности. Адаптивные квадратурные	Резюме, аналитический

	наивысшей алгебраической точности.	алгоритмы. Метод Филона.	обзор по проблеме.
12.	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений.	Свойства собственных значений и собственных векторов. Обусловленность задачи на собственные значения. Метод интерполяции. Степенной метод. Метод исчерпывания.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
13.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
14.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
15.	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.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.
16.	Разностные схемы для уравнений математической физики.	Разностные схемы для уравнений теплопроводности, Пуассона и волнового уравнения.	Резюме, аналитический обзор по проблеме.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

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

- Методические указания для подготовки к лекционным занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ» протокол №10 от 15.05.2019 г.

- Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ» протокол №10 от 15.05.2019 г.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Обусловленность математической модели и линейных систем. Понятие и примеры.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
2	Прямые методы решения СЛАУ.	Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/42190">https://e.lanbook.com/book/42190</a> .
3	Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/42190">https://e.lanbook.com/book/42190</a> .
4	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/42190">https://e.lanbook.com/book/42190</a> .
5	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учебное пособие / Е. А. Волков. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 248 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 244. - ISBN 9785811405381 : 480.00.
6	Многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
7	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учебное пособие / Е. А. Волков. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 248 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 244. - ISBN 9785811405381 : 480.00.
8	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
9	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
10	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство



	погрешности.	"Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
11	Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
12	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
13	Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> .
14	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/537">https://e.lanbook.com/book/537</a> .
15	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учебное пособие / Е. А. Волков. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 248 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 244. - ISBN 9785811405381 : 480.00.
16	Разностные схемы для уравнений математической физики.	Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/255">https://e.lanbook.com/book/255</a> .

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

Для успешного освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии: работа с вопросами, написание докладов и рефератов, разработка презентаций по темам и тестирование.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематический обзор численных методов, подкрепленный разобранными практическими примерами.

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

## **4. Оценочные и методические материалы**

### **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.

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, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 1-3
2	Прямые методы решения СЛАУ.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 4-9
3	Ортогональные преобразования матрицы для решения СЛАУ.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 10-12
4	Итерационные методы решения СЛАУ. Сходимость, оценка погрешности.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 13-17
5	Интерполяция. Интерполяционные многочлены. Оценка погрешности интерполяции.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 18-21
6	Многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 22-26
7	Численное дифференцирование. Оценка погрешности.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 27-29
8	Вычисление корней нелинейных уравнений. Сходимость, оценка погрешности.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 30-35
9	Решение систем нелинейных уравнений. Теоремы о сходимости.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 36-39
10	Квадратурные формулы. Правило Рунге оценки погрешности.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 40-43
11	Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 44-47
12	Полная и частичная алгебраическая проблема собственных значений.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 48-51
13	Итерационные методы решения проблемы собственных значений.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 52-57
14	Решение задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 58-63
15	Решение краевых задач для дифференциальных и линейных уравнений.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 64-68
16	Разностные схемы для уравнений математической физики.	ОПК-2, ПК-3	Устный опрос	Вопрос на экзамене 69-74

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам
--------------------	---

компетенций	обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
<p>ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	Знает - термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила разделов	Знает - методы решения дифференциальных уравнений, необходимые для решения стандартных математических задач.	Знает - методы решения дифференциальных уравнений, необходимые для решения математических поставленных нестандартных задач.
	Умеет - использовать стандартные понятия, правила и принципы	Умеет - использовать виды процедур и методов решения экономико-математических задач, в том числе и в нестандартных ситуациях	Умеет - применять дифференциальные уравнения в конкретных практических ситуациях, в выборе инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленными профессиональными задачами
	Владеет - методами выбора инструментальных средств дифференциальных уравнений, необходимых для решения экономико-математических задач	Владеет - методами сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения профессиональных задач в любых, в том числе и нестандартных профессиональных ситуациях	Владеет - методами выбора инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленными задачами; анализом результатов расчетов и обосновывать полученные результаты, анализа и обработки данных, необходимых для решения профессиональных задач в любых, в том числе и нестандартных профессиональных ситуациях
<p>ПК-3 Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов</p>	Знает – учебный и лекционный материал	Знает – понятия и методы решения значимых прикладных задач	Знает - высокого уровня самостоятельного анализа и реализации полученных знаний.
	Умеет – приводить логичные аргументы, решать значимые задачи математически сложных алгоритмов	Умеет – анализировать практические ситуации, излагать материал информативно и понятно	Умеет – увязывать знания, полученные при изучении различных дисциплин, анализировать практические ситуации и принимать соответствующие решения
	Владеет – практическими навыками, анализом междисциплинарных связей	Владеет - навыками и методами решения значимых задач математически сложных алгоритмов	Владеет - навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала

**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 семинаров, коллоквиумов, собеседования**

**Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ОПК-2, ПК-3.**

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.

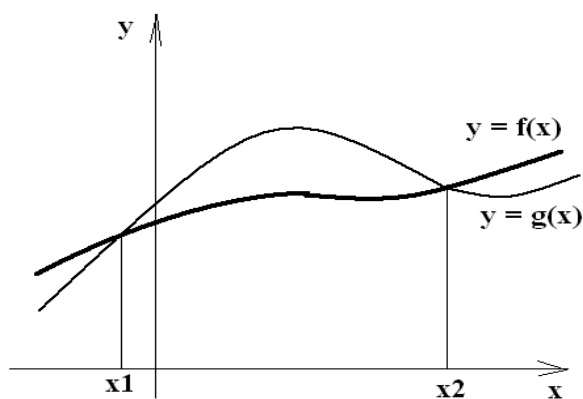
3. Пусть дана система линейных алгебраических уравнений у которой существует единственное решение. При использовании метода простой итерации для её решения в промежуточных вычислениях допущена ошибка. Тогда приближенное решение системы:

- 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?



- a. функция  $y = g'(x)$  приближает функцию  $y = f'(x)$  в точке  $x_1$  лучше, чем в точке  $x_2$ ;
- b. функция  $y = g'(x)$  приближает функцию  $y = f'(x)$  в точке  $x_1$  так же хорошо, как и в точке  $x_2$ ;
- c. 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:

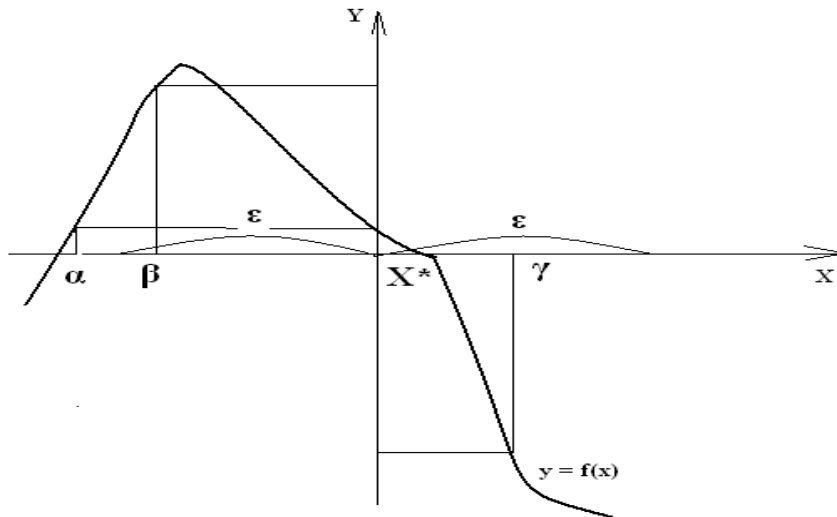
- a. наименьшее доступное число  $\Delta a$ , не превосходящее  $|A - a|$ ;
- b. наименьшее доступное число  $\Delta a$ , не меньшее  $|A - a|$ ;

- c. наибольшее доступное число  $\Delta a$ , не меньшее  $|A - a|$ ;
- d. наибольшее доступное число  $\Delta a$ , не превосходящее  $|A - a|$ .

7. Какой из методов не относится к точным методам решения систем линейных уравнений?

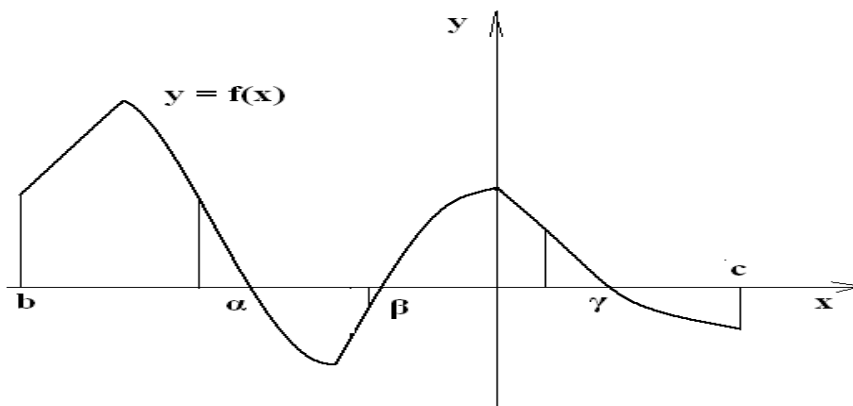
- a. метод Гаусса;
- b. метод Зейделя;
- c. метод Крамера;
- d. метод прогонки.

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?



- a.  $\alpha$ ;
- b.  $\beta$ ;
- c.  $\gamma$ .

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  $2,5 \cdot 10^{-3}$ ?
- 0,008;
  - $10^{-2}$ ;
  - $0,56 \cdot 10^{-4}$ ;
  - 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?
- $y'(x_1) = \frac{y(x_1) - y(x_0)}{h}$ ;
  - $y'(x_1) = \frac{y(x_2) - y(x_0)}{2h}$ ;
  - $y'(x_0) = \frac{y(x_1) - y(x_0)}{h}$ ;
  - $y'(x_1) = \frac{y(x_2) - y(x_1)}{h}$ .
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?
- 4;
  - 12;
  - 17;
  - 29.
15. Для какого из приближённых методов отыскания корня уравнения достаточно задать одно начальное приближение?
- метод хорд;
  - метод секущих;
  - метод касательных;
  - 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?

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

**Вопросы для подготовки к экзамену**

- Основные этапы математического моделирования. Классификация погрешностей. Особенности машинной арифметики.
- Корректность математической модели. Примеры устойчивых и неустойчивых математических задач. Обусловленность математической модели. Обусловленность вычислительного алгоритма.
- Обусловленность линейных алгебраических систем. Примеры.

4. Метод исключения Гаусса решения линейных алгебраических систем, вычисления определителя и нахождения обратной матрицы.
5. LU-разложение матрицы. Условия существования LU-разложения.
6. Решение линейных систем с помощью LU-разложения. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.
7. Метод квадратного корня.
8. Метод прогонки.
9. Условия корректности и устойчивости метода прогонки.
10. Поведение числа обусловленности при матричных преобразованиях.
11. Метод вращений.
12. Метод отражений.
13. Метод простой итерации для систем линейных алгебраических уравнений. Достаточное условие сходимости.
14. Метод Якоби решения систем линейных уравнений. Апостериорная оценка погрешности для метода простой итерации. Необходимое и достаточное условие сходимости метода простой итерации (без док-ва).
15. Метод Зейделя для систем вида  $x=Vx+C$ , достаточное условие сходимости (без док-ва). Метод Зейделя для систем вида  $Ax=B$ . Теорема о сходимости.
16. Апостериорная оценка погрешности в методе Зейделя. Теорема о сходимости метода Зейделя для случая симметричной матрицы (без док-ва).
17. Метод релаксации, теорема о сходимости (без док-ва). О других итерационных методах решения СЛАУ.
18. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
19. Интерполяционный многочлен Ньютона.
20. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена.
21. Интерполяция с кратными узлами. Пример.
22. Многочлены Чебышева П. Л.
23. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы. О сходимости интерполяционного процесса. Теорема Фабера (без док-ва).
24. Интерполяция сплайнами. Интерполяционный кубический сплайн. Локальный сплайн.
25. Глобальные способы построения кубических сплайнов. Оценка погрешности кубического сплайна.
26. Метод наименьших квадратов.
27. Численное дифференцирование. Метод неопределенных коэффициентов. Примеры построения формул численного дифференцирования.
28. Оценка погрешности аппроксимации формул численного дифференцирования с помощью формулы Тейлора.
29. О вычислительной погрешности формул численного дифференцирования.
30. Решение нелинейных уравнений. Метод дихотомии. Метод простой итерации, достаточное условие сходимости.
31. Определение итерационного процесса  $p$ -ого порядка. Получение оценок для контроля погрешности в методе простой итерации.
32. Метод Ньютона, геометрическая интерпретация.
33. Теорема о сходимости метода Ньютона. Критерий оценки погрешности.
34. Метод секущих, геометрическая интерпретация. Теорема о сходимости метода секущих (без док-ва).
35. Метод обратной квадратичной интерполяции. Метод парабол.
36. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Теорема о сходимости метода простой итерации. Метод Зейделя.
37. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений. Теорема о сходимости.



38. Модификации метода Ньютона. Метод секущих. Сведение задачи решения системы нелинейных уравнений к задаче минимизации.
39. Метод продолжения по параметру.
40. Численное интегрирование. Формула прямоугольников каноническая и составная.
41. Формула трапеций каноническая и составная.
42. Формула Симсона каноническая и составная.
43. Порядок точности квадратурной формулы. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Обусловленность квадратурных формул.
44. Квадратурные формулы Гаусса.
45. Апостериорная оценка погрешности.
46. Адаптивные квадратурные алгоритмы.
47. Метод Филона.
48. Алгебраическая проблема собственных значений. Свойства собственных значений и собственных векторов. Обусловленность задачи на собственные значения.
49. Метод интерполяции. Нахождение собственных значений трехдиагональной матрицы.
50. Степенной метод.
51. Метод исчерпывания.
52. Нахождение собственных векторов обратными итерациями.
53. Метод итерационного вращения Якоби для нахождения собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы с выбором максимального элемента.
54. Доказательство сходимости итерационного метода вращений
55. Нахождение собственных векторов итерационным методом вращения. Метод вращений с выбором оптимального элемента.
56. QR-алгоритм. Утверждение о сходимости QR-алгоритма.
57. Приведение матрицы к правой почти треугольной матрице Хессенберга. Нахождение QR разложения с помощью вращений.
58. Метод Эйлера решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
59. Метод Рунге-Кутты. Получение расчетных формул второго порядка аппроксимации.
60. Метод Рунге-Кутты для систем дифференциальных уравнений.
61. Оценка погрешности метода Рунге-Кутты по правилу двойного пересчета.
62. Методы Адамса.
63. Численное интегрирование жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
64. Метод стрельбы решения краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка.
65. Метод стрельбы для краевой задачи общего вида.
66. Метод конечных разностей решения краевой задачи для линейного уравнения второго порядка. Условие устойчивости метода прогонки для полученной разностной схемы.
67. Утверждение о сходимости решения разностной задачи к решению простейшей краевой задачи.
68. Метод линеаризации. Разностный метод решения краевой задачи для нелинейного уравнения второго порядка.
69. Явная разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности, получение условия устойчивости методом гармоник.
70. Чисто неявная разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности. Исследование устойчивости.

71. Семейство разностных схем для одномерного уравнения теплопроводности, исследование погрешности аппроксимации, условие устойчивости.
72. Разностные схемы для волнового уравнения. Условие устойчивости.
73. Разностные схемы для двумерного уравнения теплопроводности.
74. Разностная аппроксимация задач Дирихле для уравнения Пуассона.

*Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством*  
**ОПК-2, ПК-3**

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

*Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:*

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины или ее части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач. Экзамены проводятся по расписанию, сформированному учебным отделом и утвержденному проректором по учебной работе, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. Экзамены принимаются преподавателями, ведущими лекционные занятия. В отдельных случаях при большом количестве групп у одного лектора или при большой численности группы с разрешения заведующего кафедрой допускается привлечение в помощь основному лектору преподавателя, проводившего практические занятия в группах.

Экзамены проводятся в устной форме. Экзамен проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в электронной ведомости). Студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. Время подготовки к ответу составляет 30 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета. Результаты экзамена оцениваются по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») и заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. В зачетную книжку заносятся только положительные оценки.

##### **Критерии оценки**

##### **Оценка «отлично»:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;

– творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;

– высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

**Оценка «хорошо»:**

– достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;

– использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

– владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

– усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;

– самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;

– средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

**Оценка «удовлетворительно»:**

– достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;

– усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;

– использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;

– умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;

– работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;

– достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

**Оценка «неудовлетворительно»:**

– фрагментарные знания по дисциплине;

– отказ от ответа (выполнения письменной работы);

– знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;

– неумение использовать научную терминологию;

– наличие грубых ошибок;

– низкий уровень культуры исполнения заданий;

– низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

*Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания опроса (семинара, коллоквиума, собеседования):*

Форма проведения – письменный опрос.

Длительность опроса – 60 минут.

**Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»** выставляется за: умение извлекать основную, полную и необходимую информацию из пройденного на лекционных занятиях материала, умение читать и понимать тексты по специальности

- **оценка «не зачтено»** выставляется за: отсутствие навыков изучающего, просмотрового и поискового чтения, неумение оперировать профессионально-ориентированной литературой, отсутствие понимания пройденного материала.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Сеидова, Наталья Михайловна (КубГУ). Численные методы решения задач одномерной безусловной оптимизации [Текст] : учебно-методическое пособие / Н. М. Сеидова, Г. В. Калайдина ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2012. - 37 с. - Библиогр.: с. 37. - 7.78.

2. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/537>.

3. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>.

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

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Компьютерный анализ и интерпретация эмпирических зависимостей [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / С. В. Поршнева и др. ; под ред. С. В. Поршнева. - М. : [БИНОМ-Пресс], 2010. - 332 с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 327-330. - ISBN 9785951802804 : 326.00.

2. Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учебное пособие / Е. А. Волков. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 248 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 244. - ISBN 9785811405381 : 480.00.

3. Ращиков, Владимир Иванович. Численные методы решения физических задач [Текст] : учебное пособие / В. И. Ращиков, А. С. Рошаль. - СПб. [и др.] : Лань, 2005. - 205 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 202. - ISBN 5811405901.

4. Бирюков, Сергей Иванович. Оптимизация. Элементы теории. Численные методы [Текст] : учебное пособие / С. И. Бирюков. - М. : МЗ-Пресс, 2003. - 246 с. : ил. - (Естественные науки. Математика. Информатика). - Библиогр.: с. 245-246. - ISBN 5940736620.

5. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/378>.

6. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1800>.

7. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>.

8. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255>.

9. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Копченова, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/198>.

10. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025>.

11. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, подкрепленный подробно разобранными практическими примерами.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Численные методы», которая позволяет студентам закрепить знания, полученные во время лекционных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении рефератов, проработки теоретического материала на основе конспектов лекций и учебной литературы к лекционным занятиям, а также подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

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.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

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

Информационно-коммуникационные технологии не предусмотрены.

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

- Программы для демонстрации и создания презентаций («MicrosoftPowerPoint»)
- Программы, предназначенные для численного решения практических задач («MicrosoftVisualStudio»)

### 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)

### 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): А305.
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория А305.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория А305.
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: 102а