

*Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Численные методы»**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: "Математическое моделирование и вычислительная математика"

Форма обучения – очная

Владикавказ, 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль: "Математическое моделирование и вычислительная математика", утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. № 228, учебным планом подготовки бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль: "Математическое моделирование и вычислительная математика" утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 № 11.

Составитель: доцент кафедры прикладной математики, к.ф.-м.н., Худалов М.З.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры прикладной математики от 30.03.2017 протокол №8

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий
Протокол № 5 от 31.03.2017 г.

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц. (252 час.).

	Очная Форма обучения
Курс	4
Семестр	7/8
Лекции	36/36
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	36/36
Консультации	-/+
Итого аудиторных занятий	72/72
Самостоятельная работа	18/63
Курсовая работа	-
Зачет	+/-
Экзамен	-/27
Общее количество часов	252 час.

2. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Численные методы» является подготовка студентов к разработке и применению компьютерно-ориентированных вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе познания реального мира посредством математического моделирования.

Задачи дисциплины:

изучение основных понятий и методов численного решения типовых математических задач;

овладение практическими навыками в реализации численных алгоритмов;

обучение основам проведения вычислительного эксперимента, а также анализа численного решения задач прикладного характера.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Численные методы» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули). Базовая часть. Б1.Б.19.

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках школьной программы, а также в результате освоения дисциплин Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ», «Уравнения с частными производными», «Теорию функций комплексного переменного», «Практикум на ПК».

Приступая к изучению дисциплины «Численные методы», студент должен иметь представление о вычислительных пакетах прикладных программ

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

ОПК-1 -способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

ПК-1 -способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные

современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

ПК-7 -способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	Формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:
ОПК-1	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	подходы использования современных численных методов для решения научных и практических задач;	применять ранее полученные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, дифференциальных уравнений, теоретической механики и т.д. при решении задач с использованием численных методов;	навыками создания программного обеспечения, обеспечивающего проведение процесса моделирования.
ПК-1	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	современные тенденции использования численных методов для решения научных и практических задач;	использовать современные теории прикладной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач;	навыками работы с современными программными и аппаратными средствами информационных технологий для выполнения научных исследований
ПК-7	способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного	особенности программирования вычислительных задач	разрабатывать программы численных методов	основами разработки программ решения вычислительных задач в системе MATLAB

	программного обеспечения			
--	--------------------------	--	--	--

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия			Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Баллы		Литература
		л	лаб	пр	Содержание	Часы		min	max	
1	Введение. Обзор развития вычислительной техники и теории численных методов	2	2		Абсолютная и относительная погрешность функции	2	Конспект Опрос		2	[1]-[6]
2	Интерполирование и приближение функций. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона.	2	2		Реализация алгоритмов интерполирования функции	3	Конспект Опрос		4	[1]-[6]
3	Интерполяционный многочлен Эрмита. Погрешность интерполирования.	2	2		Реализация алгоритмов интерполирования функции	3	Конспект Опрос		2	[1]-[6]
4	Интерполирование сплайнами. Построение кубического сплайна.	2	2		Реализация алгоритма интерполирования функции кубическим сплайном	4	Конспект Опрос		4	[1]-[6]
5	Сходимость процесса интерполирования кубическим сплайном.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
6	Многочлены Чебышева.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
7	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации.	2	2		Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод верхней релаксации.	4	Конспект Опрос		2	[1]-[6]

8	Метод Якоби. Метод Зейделя.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
9	Каноническая форма одношаговых итерационных методов	2	2				Конспект Опрос		2	[1]-[6]
10	Сходимость итерационных методов.	2	2		Численная реализация методов Якоби и Зейделя	2	Конспект Опрос		4	[1]-[6]
11	Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Формула трапеции.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
12	Формула Симпсона.	2	2				Конспект Опрос		2	[1]-[6]
13	Апостериорная оценка погрешности методом Рунге.	2	2				Конспект Опрос		2	[1]-[6]
14	Квадратурные формулы интерполяционного типа. Вывод формул. Оценка погрешности.	2	2				Конспект Опрос		2	[1]-[6]
15	Формулы Ньютона-Котеса.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
16	Метод Гаусса вычисления определенных интегралов.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
17	Численное дифференцирование	2	2		Численное дифференцирование. Вычисление погрешности		Конспект Опрос		2	[1]-[6]
18	Решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Сходимость метода простой итерации.	2	2		Численные методы решения нелинейных задач		Конспект Опрос		2	[1]-[6]
19	Метод Ньютона. Сходимость метода Ньютона.	2	2				Конспект Опрос		4	[1]-[6]
20	Метод Секущих. Метод Хорд. Метод деления отрезка пополам.	2	2				Конспект Опрос		2	[1]-[6]
21	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных	2	2		Численные методы решения задачи Коши для		Конспект Опрос		2	[1]-[6]

	дифференциальных уравнений. Постановка исходной задачи.				обыкновенных дифференциальных уравнений	20			
22	Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера.	2	2				Конспект Опрос	4	[1]-[6]
23	Методы Рунге-Кутты	2	2				Конспект Опрос	4	[1]-[6]
24	Многошаговые методы. Метод Адамса.	2	2				Конспект Опрос	4	[1]-[6]
25	Погрешность многошаговых методов. Устойчивость и сходимость методов.	2	2				Конспект Опрос	2	[1]-[6]
26	Метод Галеркина для краевой задачи.	2	2		Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	3	Конспект Опрос	4	[1]-[6]
27	Разностные методы решения задач математической физики. Примеры разностных аппроксимаций. Метод прогонки.	2	2		Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных	40	Конспект Опрос	2	[1]-[6]
28	Построение разностных схем интегро-интерполяционным методом.	2	2					2	[1]-[6]
29	Аппроксимация дифференциального уравнения, граничных условий	2	2					2	[1]-[6]
30	Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная схема. Неявная схема.	2	2					2	[1]-[6]
31	Схема Кранка-Николсона	2	2					2	[1]-[6]
32	Сходимость двухслойных разностных схем.	2	2					2	[1]-[6]

33	Разностная аппроксимация задачи Дирихле для уравнения Пуассона.	2	2					2	[1]-[6]
34	Разностная задача на собственные значения.	2	2					2	[1]-[6]
35	Разностные схемы для уравнений гиперболического типа	2	2					2	[1]-[6]
36	Принцип максимума для разностных уравнений	2	2					2	[1]-[6]
	ИТОГО	72	72			81	0	100	

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

6. Образовательные технологии

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Видео-лекция – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Творческое задание составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

Публичная презентация проекта - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

Интерактивная лекция представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

Разработка проекта позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

Проблемное обучение - поиск ответов на вопросы по теме.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа №2

1. Построить интерполяционный многочлен $P(x)$, удовлетворяющий условиям:
 $P(x_k) = y_k : x_k = k - 5, y_k = 3k^2 + 2k^2 + k + 1, k = 1, 2, 3, 4$, с помощью многочлена Лагранжа и многочлена Ньютона.
2. Функция $\sin(x)$ приближается на отрезке $[0, \pi/4]$ интерполяционным многочленом Лагранжа по значениям в точках: $0, \pi/8, \pi/4$. Оценить погрешность интерполяции на этом отрезке.

3. Функция $f(x)$ приближается на отрезке $[a, b]$ по n равностоящим узлам $x_i = a + \frac{b-a}{n-1}(i-1), i=1, \dots, n$. Найти наибольшее целое p в оценке погрешности вида $\varepsilon_n = 10^{-p}$ в равномерной норме для следующего случая: $f(x) = \ln(x), [1, 2], n = 4$.
4. Функция $f(x) = \exp(2x)$ приближается на отрезке $[-1/2, 1/2]$ интерполяционным многочленом второй степени по трем равностоящим узлам. Доказать, что погрешность интерполяции в равномерной норме не превосходит $\sqrt{3}/9$.
5. Пусть функция $f(x) = \sin(x)$ задана на отрезке $[0, b]$. При каком b многочлен Лагранжа третьей степени, построенный на равномерной сетке, приближает эту функцию с погрешностью $\varepsilon_n \leq 10^{-3}$.

Контрольная работа № 4

- Для многочлена Чебышева I рода
 - доказать свойство $(1-x^2)T_n''(x) - xT_n'(x) + n^2T_n(x) = 0$, $n \geq 0$;
 - найти значение в точке $x = \frac{1}{2}$.
- Среди всех многочленов вида $a_3x^3 + 2x^2 + a_1x + a_0$ найти наименее уклоняющийся от нуля на $[3, 5]$.
- Построить интерполяционный многочлен Эрмита по следующим данным:

x	0	1	2
y	1	-1	0
y'	0	0	
y''	2		

- Функция $f(x) = \cos(x)$ приближается многочленом Лагранжа на $[-1, 1]$ по n чебышевским узлам $x_i = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2} \cos \frac{2i-1}{2n} \pi$, $i = 1, \dots, n$. Найти наибольшее целое p в оценке погрешности в равномерной норме вида $\varepsilon_n = 10^{-p}$, если $n=5$.

Контрольная работа № 5

- Найти все экстремумы многочлена Чебышева на отрезке $[-1, 1]$.
- Среди всех многочленов вида $a_3x^3 + a_2x^2 + 3x + a_0$ найти наименее уклоняющийся от нуля на $[2, 4]$.
- Построить интерполяционный многочлен Эрмита по следующим данным:

x	0	1	2
y	0	-1	60
y'	-2	4	
y''	0	30	

- Функция $f(x) = \sin(2x)$ приближается многочленом Лагранжа на $[0, 2]$ по n чебышевским узлам $x_i = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2} \cos \frac{2i-1}{2n} \pi$, $i = 1, \dots, n$. Найти наибольшее целое p в оценке погрешности в равномерной норме вида $\varepsilon_n = \frac{1}{3} 10^{-p}$, если $n=4$.

Контрольная работа № 7

- Используя метод наименьших квадратов, вывести эмпирическую формулу для функции $y=f(x)$, представленной в виде таблицы:

2. x	3. 0	4. 1/4	5. 1/2	6. 3/4	7. 1
8. y	9. 1	10. 2	11. 1	12. 0	13. 1

- Найти приближенное решение задачи
$$\begin{cases} (1+ax^2)y'' + 2axy' + x^2y = e^{bx} \\ y(0) = y(1) = 0 \end{cases}$$
, используя метод Галеркина и метод каллокаций.
- Построить квадратичный сплайн по следующим данным ($q'(1) = 0$):

x	0	1	2	3
y	0	1	0	3

Контрольная работа № 8

- Построить интерполяционный многочлен Лагранжа и многочлен Ньютона для функции $f(x) = x^2$ по узлам $x_i = i$, $i = 0, 1, 2, 3$. Добавить к исходным данным узел $x_4 = 4$ и построить интерполяционный многочлен степени 4.
- Оценить погрешность приближения функции $f(x) = e^x$ многочленом Лагранжа, построенным по узлам $x_0=0$, $x_1=0.1$, $x_2=0.2$ в точке $x=0.05$.
- Среди всех многочленов вида $a_3x^3 + a_2x^2 + 3x + a_0$ найти наименее уклоняющийся от нуля на $[2, 4]$.

Контрольная работа № 9

- Для двухточечной краевой задачи $y''(x) = y(x) + x^2$, $0 \leq x \leq 1$, $y(0) = y(1) = 0$, выписать явно систему уравнений для метода каллокаций при $n = 3$, где $\varphi_j(x) = \sin j\pi x$ и $x_i = i/3$, $i, j = 1, 2, 3$.
 - Выписать задание пункта 1. для указанной базисной функции в матричной форме при произвольном n .
 - Решить задачу 1. методом Галеркина при $\varphi_j(x) = x^j(1-x)$.
- Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

Примеры тестовых заданий по дисциплине:

Рекуррентное соотношение для многочлена Чебышева первого рода имеет вид

$$P_{n+1}(x) = 2x P_n(x) - P_{n-1}(x)$$

$$P_{n+1}(x) = 2x P_n(x) + P_{n-1}(x)$$

$$P_{n+1}(x) = 2 P_n(x) + P_{n-1}(x)$$

$$P_{n+1}(x) = 2 P_n(x) - P_{n-1}(x)$$

$$P_{n+1}(x) = 2x P_n(x) - 2P_{n-1}(x)$$

Нет правильного ответа

Алгебраическая форма многочлена Чебышева первого рода имеет вид

$$P_n(x) = \frac{1}{2} \left[\left(x + \sqrt{x^2 - 1} \right)^n + \left(x - \sqrt{x^2 - 1} \right)^n \right]$$

$$P_n(x) = \frac{1}{2} \left[\left(x + \left(\sqrt{x^2 + 1} \right)^n + \left(x + \sqrt{x^2 + 1} \right)^n \right) \right]$$

$$P_n(x) = \frac{1}{2} \left[\left(x - \left(\sqrt{x^2 + 1} \right)^n + \left(x + \sqrt{x^2 + 1} \right)^n \right) \right]$$

$$P_n(x) = \frac{1}{2} \left[\left(x - \left(\sqrt{x^2 + 1} \right)^n + \left(x - \sqrt{x^2 + 1} \right)^n \right) \right]$$

$$P_n(x) = \frac{1}{2} \left[\left(x - \left(\sqrt{x^2 - 1} \right)^n + \left(x - \sqrt{x^2 + 1} \right)^n \right) \right]$$

Нет правильного ответа

Отметить нули многочлена Чебышева первого рода $P_3(x)$

$$x = 0; \quad \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$x = 0; \quad \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$x = 1; \quad \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$x = -1; \quad \pm \frac{\sqrt{2}}{3}$$

$$x = -1; \quad \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Нет правильного ответа

Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	60–70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6–7 баллов	4–5 баллов	0–3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9–10 баллов	7–8 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3/2 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад,	Тема полностью раскрыта.	Тема в основном раскрыта.	Тема частично раскрыта.	Тема не раскрыта. Неудовлетворитель

	презентаци я (мах 36.) / опорный конспект (мах 26.)	Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Превосходный стиль изложения.	Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Хороший стиль изложения.	Удовлетворительн ое владение материалом. Низкий уровень самостоятельности , логичности, аргументированно сти. Удовлетворительн ый стиль изложения.	ное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированнос ти. Неудовлетворитель ный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольна я работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстриров ан высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстриров ан хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстриров ан удовлетворительн ый уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирова н неудовлетворитель ный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/за чет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно- следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно- следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Вопросы для подготовки к зачёту/экзамену:

1. Общая задача интерполирования.

2. Интерполирование по значениям функции.
3. Алгебраическое интерполирование.
4. Интерполяционный многочлен Лагранжа
5. Погрешность интерполяционной формулы Лагранжа.
6. Многочлены Чебышева.
7. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа.
8. Конечные и разделенные разности.
9. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов интерполирования.
10. Погрешность интерполяционных формул Ньютона.
11. Задача наилучшего равномерного приближения функции.
12. Метод наименьших квадратов.
13. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
14. Интерполяционные квадратурные формулы.
15. Формулы прямоугольников.
16. Формулы трапеций.
17. Формулы Симпсона.
18. Формулы Гаусса.
19. Метод простой итерации.
20. Сходимость метода простой итерации.
21. Оценка погрешности метода простой итерации.
22. Процесс практической оценки погрешности метода простой итерации.
23. Метод Якоби.
24. Метод Зейделя.
25. Сходимость методов итерационных методов.
26. Каноническая форма одношаговых итерационных методов.
27. Численные методы решения нелинейных задач.
28. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений.
29. Метод Ньютона.
30. Метод секущих.
31. Сходимость методов.
32. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
33. Одношаговые методы.
34. Метод Эйлера и его модификации.
35. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых схем.
36. Схема Рунге-Кутты четвертого порядка точности.
37. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых схем.
38. Схема Рунге-Кутты четвертого порядка точности.
39. Многошаговые методы.
40. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса.
41. Устойчивость и сходимость многошаговых методов.
42. Однородные разностные схемы.
43. Методы построения разностных схем.
44. Аппроксимация и устойчивость.
45. Оценка погрешности и сходимость конечно-разностных схем.
46. Метод прогонки.
47. Вариационно-разностные схемы.
48. Сетки и сеточные функции.
49. Аппроксимация частных производных.
50. Порядок аппроксимации.
51. Устойчивость.

52. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом сеток.
53. Явные и неявные схемы для уравнения теплопроводности.
54. Схема Кранка-Николсона.
55. Устойчивость двухслойных разностных схем для уравнения теплопроводности.
56. Принцип максимума для разностной схемы.
57. Необходимое спектральное условие устойчивости (условие Неймана).
58. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа.
59. Задача Коши для волнового уравнения.
60. Экономичные разностные схемы для многомерного уравнения теплопроводности.
61. Разностная задача Дирихле для уравнения Пуассона.
62. Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 60 баллов)	«Минимальный уровень» (60-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<p><u>Компетенции не сформированы.</u></p> <p>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
Описание критериев оценивания			
<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в

вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка «неудовлетворительно» / не зачтено	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «хорошо» / «зачтено»	Оценка «отлично» / «зачтено»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Балабко, Л.В. Численные методы : учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова ; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2014. – 163 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331> . – ISBN 978-5-261-00962-7. – Текст : электронный.
2. Орешкова, М.Н. Численные методы: теория и алгоритмы / М.Н. Орешкова ; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2015. – 120 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-261-01040-1. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

3. Мицель, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А.А. Мицель ; Томский Государственный университет систем управления и

радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Эль Контент, 2013. – 197 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480612> . – Библиогр.: с. 183-184. – ISBN 978-5-4332-0121-7. – Текст : электронный.

4. Пименов, В.Г. Численные методы : учебное пособие : в 2 ч. / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Ю.А. Меленцова. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – Ч. 2. – 107 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1342-6. – Текст : электронный.
5. Соболева, О.Н. Введение в численные методы : учебное пособие / О.Н. Соболева. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229144> . – ISBN 978-5-7782-1776-8. – Текст : электронный.
6. Турчак, Л.И. Основы численных методов : учебное пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматлит, 2002. – 304 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69329> . – ISBN 5-9221-0153-6. – Текст : электронный.

в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.

– База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>.

– Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

Лицензионное программное обеспечение:

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

Перечень ПО в свободном доступе:

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;

11. Лист обновления/актуализации

1. Рабочая программа
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 8 от 20.03.2018г.;
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных
технологий, протокол № 5 от 30.03.2018 г.
2. Рабочая программа
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 8 от 14.03.2019г.;
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных
технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.
3. Рабочая программа
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 7 от 19.03.2020г.;
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных
технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.