

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭИС

С.И. Эминов

«14»
число



2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины
Вычислительная математика

по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль) Прикладная математика и информатика

СОГЛАСОВАНО
Начальник ООД ИЭИС

А. В. Лысухо

П. В. Лысухо

(подпись)

«13»

число

август

месяц

2020 г.

Разработал
доцент кафедры ПМИ

Т. В. Жгун

Т. В. Жгун

(подпись)

«01»

число

декабрь

месяц

2020 г.

Принято на заседании кафедры ПМИ

Протокол № 7 от 01.12.2020 г.

Заведующий кафедрой

А. С. Татаренко

А. С. Татаренко

(подпись)

«12»

число

декабрь

месяц

2020 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области вычислительной математики и численных методов, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи:

- а) формирование понимания студентами значимости знаний и умений в области вычислительной математики как важнейшей составляющей компетентности специалиста в сфере профессиональной деятельности;
- б) формирование системы знаний о вычислительной математике, позволяющей в будущем выстраивать на научной основе процессы профессиональной деятельности;
- в) подготовка студентов к профессиональной деятельности, связанной с выполнением проектов на основе современных вычислительных технологий.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и направленности (профилю) Прикладная математика и информатика (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Алгебра, геометрия и математическая логика», «Математический анализ», «Информатика», «Системы компьютерной математики», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика» и «Алгоритмические языки». Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): «Математическое моделирование», «Концепции современного естествознания», «Практика производственная», других дисциплин и практик в рамках учебного плана ОПОП и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1–Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1 Знать - современные математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности.	ОПК-2.2 Уметь - применять современные методы прикладной математики и информатики и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности; - использовать современные методы исследования для научных и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	ОПК-2.3 Владеть - практическими навыками применения современных математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности, современными методами исследования для научных и прикладных задач в области профессиональной деятельности.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 –Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

<i>Части учебной дисциплины</i>	<i>Всего</i>	<i>Распределение по семестрам</i>	
		<i>5 семестр</i>	<i>6 семестр</i>
1. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	11	6	5
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	162	96	66
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	36	-	36
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	126	84	42
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен)</i> (АЧ)	<i>Экзамен, экзамен</i>	36	36

4.1.2Трудоёмкость учебной дисциплины для заочной/очно-заочной формы обучения:не предусмотрено учебным планом.

4.2 Содержание учебной дисциплины

5 семестр

Раздел № 1. Введение. Теория погрешностей

Введение. Теория погрешностей Приближенные числа. Понятие приближенного числа, абсолютная и относительная погрешности, предельные абсолютная и относительная погрешности. Основные источники погрешностей. Десятичная запись приближенного числа. Значащие цифры. Число верных знаков приближенного числа. Правила округления. Связь относительной погрешности приближенного числа с количеством верных знаков этого числа. Неустраняемые погрешности, погрешность суммы, разности, произведения, частного. Погрешность общей функциональной зависимости. Обратная задача теории погрешностей.

Раздел № 2. Особенности машинной арифметики

Представление целых и вещественных чисел в компьютере. Погрешность представления целых и вещественных чисел. Диапазон представления чисел в машине. Переполнение, антипереполнение. Особенности машинной арифметики над числами с плавающей точкой

Раздел № 3. Основные понятия вычислительной математики

Корректность и устойчивость вычислительной задачи. Обусловленность вычислительных задач. Корректность вычислительных алгоритмов. Чувствительность алгоритмов к ошибкам округления. Обусловленность вычислительных алгоритмов.

Раздел № 4. Основные этапы вычислительной задачи нахождения корней уравнения

Понятие скорости сходимости. Метод итераций решения нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений и его модификации. Понятие скорости сходимости.

6 семестр

Раздел № 5. Интерполяция и аппроксимация функций

Интерполяция Лагранжа и Ньютона. Методы аппроксимации функций. Полиномы Чебышева. Понятие равномерного приближения функций полиномами. Метод наименьших квадратов.

Раздел № 6. Численные методы линейной алгебры

Нормы и обусловленность матриц. Ошибки матричных вычислений. Проблема собственных чисел и собственных значений. Методы решения систем линейных уравнений. Обусловленность СЛАУ. Метод Гаусса решения СЛАУ. Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений Метод простых итераций и метод Зейделя. Понятие сходимости решения. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.

Раздел № 7. Методы численного интегрирования

Квадратурные формулы. Метод трапеций численного интегрирования. Метод прямоугольников численного интегрирования. Метод Симпсона численного интегрирования. Метод Гаусса численного интегрирования. Понятие метода Монте-Карло и его использование для задачи численного интегрирования.

Раздел № 8. Численные методы решения дифференциальных уравнений

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод Ньютона численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (час)						Внеауд. СРС (час)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. ауд. СРС	К Р	ЭК 3		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР					
5 семестр									
1.	Введение. Теория погрешностей	8	9					20	Контрольная работа Индивидуальное практическое задание
2.	Особенности машинной арифметики	4	4	3				15	Контрольная работа Лабораторная работа
3.	Основные понятия вычислительной математики	12	16	6				20	Лабораторная работа Лабораторная работа
4.	Методы решения нелинейных уравнений	12	16	-				15	Индивидуальное практическое задание,
	Промежуточная аттестация						36		экзамен
	ИТОГО за 5 семестр	36	45	9	18		36	70	
6 семестр									
5.	Интерполяция и аппроксимация функций	12	12	-				12	Индивидуальное расчетно-практическое задание
6.	Численные методы линейной алгебры	12	12	-				20	Индивидуальное расчетно-практическое задание
7.	Методы численного интегрирования	6	6	-				12	Индивидуальное расчетно-практическое задание
8.	Численные методы решения дифференциальных уравнений	6	6	-				12	Индивидуальное расчетно-практическое задание
9.	КР					36			
	Промежуточная аттестация	-	-	-			36	-	экзамен
	ИТОГО за 6 семестр	36	36	-	18	36	36	56	
	ИТОГО	72	81	9	36	36	72	126	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Лабораторные работы имеют своей целью научить студентов применять методы приближенных вычислений для решения конкретных задач с компьютера с помощью пакетов прикладных программ и/или языков программирования высокого уровня и

оценивать погрешность получаемого результата, углубить практические навыки работы с компьютерной техникой, овладеть методикой экспериментальных исследований в области вычислительной математики и обработки полученных результатов.

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Отчет оформляется в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению. Перечень ЛР указан в разделе 4.3 настоящей рабочей программы. Задания на лабораторные работы содержатся в учебном пособии:

Гарбарь С. В., Жгун Т. В. Основы вычислительной математики: Методические указания к выполнению лабораторных работ / НовГУ им. Ярослава Мудрого. –Великий Новгород, 2012. – 26 с.

Перечень тем лабораторных работ:

- Погрешность машинных вычислений
- Обусловленность вычислительной задачи
- Обусловленность вычислительного алгоритма

4.4.2 Курсовая работа имеет своей целью закрепить полученные знания особенностей компьютерной математики и методов приближенных вычислений, оценки погрешности получаемого результата для решения конкретных задач с компьютера с помощью пакетов прикладных программ и/или языков программирования высокого уровня. Курсовая работа также имеет своей целью углубить практические навыки работы с компьютерной техникой при использовании методик экспериментальных исследований в области вычислительной математики и обработки полученных результатов.

Студенты самостоятельно выполняют курсовую работу, получая необходимые консультации у преподавателя. Отчет оформляется в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению. Задания на курсовые работы и описание методики выполнения содержатся в учебном пособии:

Гарбарь С. В., Жгун Т. В. Вычислительная математика: Методические указания к выполнению курсовой работы. Методические указания. НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2015, 38 с.

Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

- Исследование обусловленности вычислительной задачи на примере вычисления корней полинома.
- Исследование обусловленности вычислительной задачи на примере вычисления численного значения производной функции, заданной таблично.
- Исследование обусловленности вычислительной задачи на примере вычисления численного значения определенного интеграла.
- Исследование обусловленности вычислительной задачи на примере нахождения решения системы линейных уравнений.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 –Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
5 семестр		
1.	Приближенные числа. Понятие приближенного числа, абсолютная и относительная погрешности, предельные абсолютная и относительная погрешности. Основные источники погрешностей. Десятичная запись приближенного числа. Значащие цифры. Число верных знаков приближенного числа. Связь относительной погрешности приближенного числа с количеством верных знаков этого числа (вводная лекция с элементами проблемной лекции)	4
2.	Неустраняемые погрешности арифметических операций. Погрешность общей функциональной зависимости (лекция-презентация)	4
3.	Представление целых и вещественных чисел в компьютере. Особенности машинной арифметики над числами с плавающей точкой (проблемная лекция, рефлексия полученных образовательных результатов)	4
4.	Корректность и устойчивость вычислительной задачи. Обусловленность вычислительных задач (лекция-презентация)	4
5.	Корректность вычислительных алгоритмов. Чувствительность алгоритмов к ошибкам округления. Обусловленность вычислительных алгоритмов (проблемная лекция, рефлексия полученных образовательных результатов)	4
6.	Основные этапы вычислительной задачи нахождения корней уравнения. Понятие скорости сходимости (лекция-презентация)	4
7.	Метод итераций решения нелинейных уравнений (лекция-презентация).	6
8.	Метод деления отрезка пополам решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений и его модификации (лекция-презентация)	6
	ИТОГО	36

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
6 семестр		
1.	Интерполяция Лагранжа и Ньютона. Методы аппроксимации функций (лекция-презентация).	4
2.	Полиномы Чебышева. Понятие равномерного приближения функций полиномами (лекция-презентация)	4
3.	Метод наименьших квадратов (лекция-презентация).	4
4.	Нормы и обусловленность матриц. Ошибки матричных вычислений. Проблема собственных чисел и собственных значений (проблемная лекция, рефлексия полученных образовательных результатов).	4
5.	Методы решения систем линейных уравнений. Обусловленность СЛАУ. Метод Гаусса решения СЛАУ (лекция-презентация)..	4
6.	Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций и метод Зейделя. Понятие сходимости решения. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений (лекция-презентация).	4
7.	Квадратурные формулы. Метод трапеций численного интегрирования. Метод прямоугольников численного интегрирования. Метод Симпсона численного интегрирования. Метод Гаусса численного интегрирования. Метод Монте-Карло для численного интегрирования (лекция-презентация).	6
8.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод Ньютона численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений (лекция-презентация).	6
	ИТОГО	36

Таблица 5–Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
5 семестр		
1.	Абсолютная и относительная погрешности, предельные абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры. Число верных знаков приближенного числа. Правила округления. Связь относительной погрешности приближенного числа с количеством верных знаков этого числа (проблемный семинар, выполнение индивидуального практического задания)	5
2.	Неустраняемые погрешности арифметических операций. Погрешность общей функциональной зависимости (семинар, выполнение индивидуального практического задания)	4
3.	Представление целых и вещественных чисел в компьютере. Особенности машинной арифметики над числами с плавающей точкой (семинар-дискуссия)	4
4.	Корректность и устойчивость вычислительной задачи. Обусловленность вычислительных задач (семинар)	10
5.	Корректность вычислительных алгоритмов. Чувствительность алгоритмов к ошибкам округления. Обусловленность вычислительных алгоритмов (семинар)	6
6.	Метод итераций решения нелинейных уравнений. (семинар, выполнение индивидуального практического задания)	4
7.	Метод деления отрезка пополам решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона (семинар, выполнение индивидуального практического задания)	6
8.	Модификации метода Ньютона решения нелинейных уравнений (семинар, выполнение индивидуального практического задания)	6
	ИТОГО	45

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
6 семестр		
1.	Интерполяция Лагранжа и Ньютона. Методы аппроксимации функций(семинар, выполнение расчётно-практической работы)	4
2.	Полиномы Чебышева. Понятие равномерного приближения функций полиномами (выполнение расчётно-практической работы, сдача первой части работы)	4
3.	Метод наименьших квадратов (выполнение расчётно-практической работы, сдача второй части работы)	4
4.	Нормы и обусловленность матриц. Ошибки матричных вычислений. Проблема собственных чисел и собственных значений(выполнение расчётно-практической работы)	8
5.	Методы решения систем линейных уравнений. Обусловленность СЛАУ. Метод Гаусса решения СЛАУ(выполнение расчётно-практической работы, сдача первой части работы)	4
6.	Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений Метод простых итераций и метод Зейделя. Понятие сходимости решения. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений (выполнение расчётно-практической работы, сдача второй части работы).	4
7.	Квадратурные формулы. Метод трапеций численного интегрирования. Метод прямоугольников численного интегрирования. Метод Симпсона численного интегрирования. Метод Гаусса численного интегрирования. Понятие метода Монте-Карло и его использование для задачи численного интегрирования(семинар, выполнение расчётно-практической работы).	4
8.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного	4

	дифференциального уравнения первого порядка. Метод Ньютона численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений(семинар, выполнение расчётно-практической работы).	
	ИТОГО	36

Самостоятельная работа студентов: в учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы – аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его участия. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала, подготовку к тестированию, выполнение определенных заданий расчётно-практической работы и индивидуального практического задания.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с современными ПК с подключением к сети «Интернет» и установленным лицензионным программным обеспечением. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной мультимедийной проекционной системой с интерактивной доской или экраном.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие специальной аудитории	Компьютерный класс Персональные компьютеры с подключением к сети «Интернет» Учебная мебель, Доска
2.	Мультимедийное оборудование	Интерактивная доска или экран Мультимедийная проекционная система
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows 10 Professional. Лицензия – Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 MicrosoftOffice 365. Предоставляется безвозмездно по соглашению с компанией Microsoft. Биллинговый номер: 6ba38bf7-ac16-478b-b382-0dfd321d02de Свободно распространяемое ПО: Среда программирования MicrosoftVisualStudio 2010 http://www.microsoft.com/visualstudio/ru-ru - AdobeAcrobatReader DC. Лицензионное соглашение Adobe: https://www.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf. - GNU Octave https://www.gnu.org/software/octave/download.html Лицензия: https://www.gnu.org/software/octave/license.html

		GeoGebra Classic 6 https://www.geogebra.org/download Лицензия: https://www.geogebra.org/license
4.	Интернет-платформа для аудиторной и внеаудиторной СРС, контактной внеаудиторной работы	Курс дистанционного обучения (ДО) http://do.novsu.ru/course/view.php?id=3889

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Вычислительная математика»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы тестов, вопросы к проверочным работам и пр.) и которая хранится в курсе ДО в закрытом виде (банк вопросов).

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 –Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Индивидуальное практическое задание	Погрешности арифметических операций	25	ОПК-2
2.	Индивидуальное практическое задание	Погрешность вычисления функции	25	ОПК-2
3.	Контрольная работа	Теория погрешностей. Погрешность машинных вычислений	50	ОПК-2
4.	Лабораторная работа	Погрешность машинных вычислений	50	ОПК-2
5.	Лабораторная работа	Обусловленность вычислительной задачи	50	ОПК-2
6.	Лабораторная работа	Обусловленность вычислительного алгоритма	50	ОПК-2
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ОПК-2
	ИТОГО		300	

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Индивидуальное расчетно-практическое задание	Интерполирование функций	50	ОПК-2
2.	Индивидуальное расчетно-практическое задание	Интерполирование функций локальными сплайнами	50	ОПК-2
3.	Индивидуальное расчетно-практическое задание	Исследование и использование методов численного интегрирования	50	ОПК-2

4.	Индивидуальное расчетно-практическое задание	Исследование и использование методов численного дифференцирования	50	ОПК-2
5.	Курсовая работа		50	ОПК-2
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ОПК-2
	ИТОГО		250	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 –Лабораторные работы

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество заданий в одном варианте</i>
Соответствие выполненной работы описанию – 10 баллов	15	согласно описанию работы
Корректность описания задания – 10 баллов		
Полнота выполнения работы – 10 баллов		
Полнота информации в отчёте и логичность её изложения – 10 баллов		
Оригинальность и креативность выполнения задания – 10 баллов		

Лабораторные работы имеют своей целью научить студентов применять методы приближенных вычислений для решения конкретных задач с компьютера с помощью пакетов прикладных программ и/или языков программирования высокого уровня и оценивать погрешность получаемого результата, углубить практические навыки работы с компьютерной техникой, овладеть методикой экспериментальных исследований в области вычислительной математики и обработки полученных результатов.

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Отчет оформляется в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению. Перечень ЛР указан в разделе 4.3 настоящей рабочей программы. Задания на лабораторные работы содержатся в учебном пособии:

Гарбарь С. В., Жгун Т. В. Основы вычислительной математики: Методические указания к выполнению лабораторных работ / НовГУ им. Ярослава Мудрого. –Великий Новгород, 2012. – 26 с.

Таблица А.3 –Индивидуальное практическое задание

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество заданий в одном варианте</i>
Соответствие выполненной работы описанию – 5 баллов	15	согласно описанию работы
Корректность описания задания – 5 баллов		
Полнота выполнения работы – 5 баллов		
Полнота информации в отчёте и логичность её изложения – 5 баллов		
Оригинальность и креативность выполнения задания – 5 баллов		

Индивидуальное практическое задание 1.
Вариант выбирается по списку группы.

Найти приближенное значение выражений, если известно, что входящие в него числа, за исключением показателя степени, приближенные, записанные в соответствии с правилом Крылова. Сделать теоретическую оценку абсолютной и относительной погрешностей.

Номер варианта	Задание
1.	$\frac{3.78451 \cdot 0.29 - 1,124^3}{50,32}, \frac{12,1454 \cdot 0,456454789 + 12,123}{50,32}$
2.	$\frac{3.78451 \cdot 0.29 - 56,3564124 \cdot 0,32561454548778}{454,1210121}, \frac{52,2626 \cdot 3.78451 + 45,12}{123,4}$
3.	$\frac{12,1454 \cdot 0,456454789 + 12,123}{50,32}, \frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}$
4.	$\frac{52,2626 \cdot 3.78451 + 45,12}{123,4}, \frac{86,235656 + 4,231 + 61245,1234}{7,5624}$
5.	$\frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}, \frac{12,1454 \cdot 1,456454789 + 12,123}{50,32}$
6.	$\frac{86,235656 + 4,231 + 61245,1234}{7,5624}, \frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}$
7.	$\frac{86,235 + 4,23 + 61245,1234}{7,5624}, \frac{12,1454 \cdot 10,0456454789 + 12,123}{50,32}$
8.	$\frac{3.78451 \cdot 0.29 - 1,124^3}{50,32}, \frac{12,1454 \cdot 0,456454789 + 12,123}{50,32}$
9.	$\frac{3.78451 \cdot 0.29 - 56,3564124 \cdot 0,32561454548778}{454,1210121}, \frac{52,2626 \cdot 3.78451 + 45,12}{123,4}$
10.	$\frac{12,1454 \cdot 0,456454789 + 12,123}{50,32}, \frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}$
11.	$\frac{52,2626 \cdot 3.78451 + 45,12}{123,4}, \frac{86,235656 + 4,231 + 61245,1234}{7,5624}$
12.	$\frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}, \frac{12,1454 \cdot 1,456454789 + 12,123}{50,32}$
13.	$\frac{86,235656 + 4,231 + 61,1234}{7,564}, \frac{3.456278451 \cdot 12,351219 - 45,1^2}{5232,1214578}$
14.	$\frac{86,235 + 4,23 + 61245,1234}{7,5624}, \frac{12,1454 \cdot 10,0456454789 + 12,123}{50,32}$
15.	$\frac{3.78451 \cdot 0.29 - 56,3564124 \cdot 0,32561454548778}{454,1210121}, \frac{52,2626 \cdot 3.78451 + 45,12}{123,4}$

Вычислить значение функции при указанных аргументах. Указать абсолютную и относительную погрешность результата.
 $x_0=0,472$; $x_1=4,72232$; $x_2=4321,5689$.

Номер варианта	Задание
1.	$Y = x^3 \cdot \sin x$
2.	$Y = x \cdot \ln x$
3.	$Y = e^x \cdot \cos x$

4.	$Y = x * \ln(x + 2)$
5.	$Y = x^2 * (\cos 2x + 1)$
6.	$Y = x^2 + x * e^x$
7.	$Y = x^2 + \sin 3x$
8.	$Y = x * (\cos 2x - \sin x)$
9.	$Y = x^3 * \sin x$
10.	$Y = x * \ln x$
11.	$Y = e^x * \cos x$
12.	$Y = x * \ln(x + 2)$
13.	$Y = x^2 * (\cos 2x + 1)$
14.	$Y = x^2 + x * e^x$
15.	$Y = x^2 + \sin 3x$

Вычислить значение функции с максимальной точностью в точке М(1,02322, 3,021). Ответ привести со значащими цифрами. Указать полученную погрешность. Вариант выбирается по списку группы

Номер варианта	Задание
1.	$f_1(x, y) = y \cdot \ln(1 + x^2 \cdot y)$
2.	$f_2(x, y) = \cos\left(\frac{x^3 - x \cdot y}{2 \cdot x - 1}\right) x$
3.	$f_3(x, y) = \sqrt[3]{\operatorname{tg}(x^2 \cdot y)}$
4.	$f_4(x, y) = \sin(\sqrt{x} \cdot y) / x^2$
5.	$f_1(x, y) = y \cdot \ln(1 + x^2 \cdot y)$
6.	$f_2(x, y) = \cos\left(\frac{x^3 - x \cdot y}{2 \cdot x - 1}\right) x$
7.	$f_3(x, y) = \sqrt[3]{\operatorname{tg}(x^2 \cdot y)}$
8.	$f_4(x, y) = \sin(\sqrt{x} \cdot y) / x^2$
9.	$f_1(x, y) = y \cdot \ln(1 + x^2 \cdot y)$
10.	$f_2(x, y) = \cos\left(\frac{x^3 - x \cdot y}{2 \cdot x - 1}\right) x$
11.	$f_3(x, y) = \sqrt[3]{\operatorname{tg}(x^2 \cdot y)}$
12.	$f_4(x, y) = \sin(\sqrt{x} \cdot y) / x^2$
13.	$f_1(x, y) = y \cdot \ln(1 + x^2 \cdot y)$
14.	$f_2(x, y) = \cos\left(\frac{x^3 - x \cdot y}{2 \cdot x - 1}\right) x$
15.	$f_3(x, y) = \sqrt[3]{\operatorname{tg}(x^2 \cdot y)}$

Вычислить результат выполнения компьютерного умножения и сложения для указанных чисел в разрядной сетке 1+4+1+3. Вычислить погрешность выполнения машинных операций. Вариант выбирается по списку группы

Номер варианта	Задание	
1.	a = 12.3	b = 49.27
2.	a = 60.25	b = 18.111
3.	a = 56.23	b = 47.023
4.	a = 58.45	b = 23.2
5.	a = 45.14	b = 18.18
6.	a = 54.73	b = 21.28
7.	a = 12.3	b = 49.27
8.	a = 60.25	b = 18.111
9.	a = 56.23	b = 47.023
10.	a = 58.45	b = 23.2
11.	a = 45.14	b = 18.18
12.	a = 54.73	b = 21.28
13.	a = 12.3	b = 49.27
14.	a = 60.25	b = 18.111
15.	a = 56.23	b = 47.023

Индивидуальное практическое задание 2.

Вариант выбирается по списку группы.

Локализовать и получить корень уравнения следующими способами:

- методом половинного деления;
- методом Ньютона
- методом хорд

Следует найти минимальный по модулю ненулевой корень уравнения с точностью 0.0001 для функции с в соответствии с номером в списке группы :

1. $x - \sin x = 0.25$;
2. $x^3 = ex - 1$;
3. $\sqrt{x} - \cos x = 0$;
4. $x^2 + 1 = \arccos x$;
5. $\lg x - 72x + 6 = 0$;
6. $\lg(0.5x + 0.2) = x^2$;
7. $3x - \cos x - 1 = 0$;
8. $x + \lg x = 0.5$;
9. $x^2 = \arcsin(x - 0.2)$;
10. $x^2 - 4 \sin x = 2$;
11. $\operatorname{ctg} x - x^2 = 0$;
12. $\operatorname{tg} x = \cos x - 0.1$;
13. $x \ln(x + 1) - 0.3 = 0$;
14. $x^2 - \sin 10x = 0$;
15. $\operatorname{ctg} x = x$;
16. $\operatorname{tg} 3x + 0.4 = x^2$
17. $x^2 + 1 = \operatorname{tg} x$;
18. $x^2 - 1 = \ln x$;
19. $0.5x + 1 = (x - 2)^2$;
20. $(x + 3) \cos x = 1$;

21. $x^2 + \cos 2x = -1$;
 22. $\cos(x + 0.3) = x^2$;
 23. $2x(x - 1)^2 = 2$;
 24. $x \ln(x + 1) = 0.5$.
 25. $\lg 3x + 0.4 = x^2$.

Таблица А.4 – Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
демонстрирует всестороннее и глубокое знание материала, получены верные ответы 45-50 баллов	15	3
Допускает неточности при демонстрации знаний, ответы имеют неточности 38-44 баллов		
Испытывает трудности при демонстрации знаний, ответы в основном не совпадают с верными 25-37 баллов		

Ниже приводится примерный вариант контрольной работы.

Контрольная работа по вычислительной математике

1. Найти приближенное значение выражения $\frac{3.7845145 \cdot 0.29 - 1.124^3}{50.32}$,
 если известно, что входящие в него числа записаны с верными знаками.
 Сделать оценку абсолютной и относительной погрешностей аналитическим и техническим способом.
2. Задано уравнение $2.031x^3 - 6.9x^2 - 0.0212x = 0$
 Подсчитать степень обусловленности для найденных корней и на этой основе дать приближенную оценку относительных и абсолютных погрешностей. Записать ответ с верно значащими цифрами.
3. Пусть машинное слово некой ЭВМ состоит из 16 двоичных разрядов.
 А) Найти приближенное значение машинного нуля M_0 , машинной бесконечности M_∞ , машинного эпсилон в системе представления с плавающей точкой, если под мантиссу выделяется 11 разрядов.
 В) Найти погрешность сложения $|(a+b) - (a^* \oplus b^*)|$, если $a=2.412$. $b=0.20125$. Округление по усечению.

Таблица А.5–Индивидуальное расчетно-графическое задание

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
Соответствие выполненной работы описанию – 10 баллов	задание индивидуальное	согласно описанию работы
Корректность описания задания – 10 баллов		
Полнота выполнения работы – 10 баллов		
Полнота информации в отчёте и логичность её изложения – 10		

баллов		
Оригинальность и креативность выполнения задания – 10 баллов		

Индивидуальное расчетно-графическое задание заранее выставляется в курсе ДО и доступно студентам. Всего предлагается четыре задания, каждое из которых оценивается и сдаётся отдельно. По результатам выполнения каждого задания студентом оформляется отчёт.

Таблица А.6 — Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
45-50 – Демонстрирует всестороннее и глубокое знание материала модуля	25	3
35-44 – Допускает неточности при демонстрации знаний		
25-34 – Испытывает трудности при демонстрации знаний		

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра прикладной математики и информатики
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № X
Учебная дисциплина «**Вычислительная математика**». Семестр 5.
Для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

1 Вычислить и оценить погрешность различными способами

$$R = \frac{3.021021 \times 0.52 - 3102102.1702}{10102.0120201}$$

2 Устойчивость вычислительной задачи. Примеры. Устойчивость задачи вычисления определённого интеграла и задачи численного дифференцирования

3 Обусловленность задачи вычисления простого корня. Радиус неопределённости. Пример: Найти радиус неопределённости корней уравнения $(x^2 - 2x) = 0$.

Принято на заседании кафедры «___» _____ 20__ г. Протокол № _____
Зав. кафедрой ПМИ

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра прикладной математики и информатики
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № X
Учебная дисциплина «**Вычислительная математика**». Семестр 6
Для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

1. Погрешность интерполяции. Пример: Оценить погрешность представления функции e^x интерполяционным полиномом третьей степени на отрезках: $[1,2]$, $[10,11]$.
2. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений.
Пример: Вычислить три итерации метода для системы

$$\begin{cases} x^2 y + 2y^2 - 1 = 0 \\ x - y^2 - 2 = 0 \end{cases} \quad x^{(0)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

3. Метод Рунге – Кутты для обыкновенных дифференциальных уравнений. Найти численное решение задачи Коши $y' = 2cost$, $y(0) = 0$. на отрезке $[0, 2]$ с шагом $h = 0,1$.

Принято на заседании кафедры «_____» _____ 20__ г. Протокол № _____
Зав. кафедрой ПМИ

Контрольные вопросы к экзамену по учебной дисциплине «Вычислительная математика». 5 семестр

1. Абсолютная и относительная погрешность приближённых чисел. Правила записи приближённых чисел. Связь количества ВЗЦ с относительной погрешностью числа.

Пример: а) $a^* = 1,73010301030(3)$, $\delta a^* = 0,17\%$. Записать a^* и a .

б) $a = 1/3$, $\delta a^* = 0,02178(35)$. Записать a^* и a .

в) Определить количество ВЗЦ, если $\delta a^* = 0,01$, $\delta a^* = 0,17213(13)$, $\delta a^* = 0,301\%$.

2. Погрешность арифметических операций сложения и вычитания.

Пример: Вычислить ΔS , δS

$$S = a^* + b^* + c^*$$

$$a^* = 11,017102, b^* = 10,31040502105, c^* = +21,33$$

$$a^* = 11,017102, b^* = 10,31040502105, c^* = -21,33.$$

3. Погрешности арифметической операции умножения.

Пример: Вычислить ΔP , δP

$$P = a \times b \times c$$

$$a^* = 11,017102, b^* = 10,31040502105, c^* = +21,33$$

4. Погрешности арифметической операции деления.

Пример: Вычислить ΔD , δD

$$D = \frac{a \times b}{c}$$

$$a^* = 11,017102, b^* = 10,31040502105, c^* = +21,33$$

5. Разные подходы к учёту погрешностей.

Пример: Вычислить и оценить погрешность различными способами

$$R = \frac{3.021021 \times 0.52 - 3102102.1702}{10102.0120201}$$

6. Погрешность вещественной функции одной переменной.

Пример: Оценить Δf и δf .

$$f(x) = x^2 \ln \sqrt{x}, \text{ если } x_1 = 0,31021 \text{ и } x_2 = 11,0303.$$

7. Погрешность функции многих переменных.

Пример: Определить влияние коэффициентов уравнения $x^2 + vx + c = 0$ на значения корней при $v = 5 \times 10^4$, $c = 3,12$.

8. Погрешность неявной функции.

Пример: Определить влияние коэффициентов уравнения $x^2 + vx + c = 0$ на значения корней при $v = 5 \times 10^4$, $c = 3,12$.

9. Корректность вычислительной задачи. Примеры корректных и некорректных задач.

10. Устойчивость вычислительной задачи. Примеры. Устойчивость задачи вычисления определённого интеграла и задачи численного дифференцирования.

11. Устойчивость задачи решения системы линейных уравнений на примере системы (2×2) .

12. Представление чисел в компьютере. Машинные константы.

Пример: Записать в памяти компьютера $a = 300010$, $v = 101,17203105$, $c = 0,02237825$.

13. Особенности машинной арифметики. Погрешности арифметических операций в компьютере.

Пример: Вычислить на пятиразрядном «компьютере» (в двоичной арифметике), сравнить с точным результатом:

- а) $1/1000 + 1/1000 + 1/1000 + 2$;
- б) $2 + 1/1000 + 1/1000 + 1/1000$;
- в) $2 \times 1/1000$;
- г) $2 : 1/1000$.

14. Обусловленность вычислительной задачи. Обусловленность задачи вычитания близких чисел. Обусловленность задачи вычисления кратных корней.

Пример: Вычислить коэффициент обусловленности

$$y = 2 - xx_1 = 1,99, \quad x_2 = 1,999999.$$

15. Обусловленность вычислительной задачи.

Пример: Вычислить коэффициенты обусловленности корней

$$P_{10}(x) = (x-1)(x-2) \dots (x-10) = a_{10}x^{10} + a_9x^9 + \dots + a_1x + a \text{ в зависимости от } a_9.$$

16. Обусловленность вычислительной задачи.

Пример: Вычислить коэффициенты обусловленности корней

$$P_{10}(x) = (x-1)(x-2) \dots (x-10) = a_{10}x^{10} + a_9x^9 + \dots + a_1x + a \text{ в зависимости от } a_0.$$

17. Обусловленность задачи вычисления значений вещественной функции. Обусловленность вычисления элементарных функций, если $x \rightarrow 0$, $x \rightarrow 1$, $x \rightarrow \infty$.

18. Обусловленность задачи вычисления определённого интеграла.

Пример: Вычислить коэффициент обусловленности

$$\int_0^\pi \cos x dx, \quad \int_{1/2}^e \ln x dx.$$

19. Неустойчивость вычислительных алгоритмов. Неустойчивость вычисления алгоритма

$$\int_0^1 x^n e^{1-x} dx.$$

20. Чувствительность вычислительных алгоритмов к ошибкам округления. Чувствительность алгоритма вычисления частичной суммы ряда.

Пример: Вычислить погрешность суммирования $\sum_{i=1}^{10} \frac{1}{n^2}$ в порядке возрастания и в порядке убывания слагаемых на компьютере пятиразрядной сеткой.

21. Чувствительность вычислительных алгоритмов к ошибкам округления. Чувствительность алгоритма вычисления e^x . Пример: Вычислить погрешность значения e^x для $x=-10$ на компьютере пятиразрядной сеткой.

21. Влияние погрешностей на вычисление производной.

22. Улучшение погрешности в задаче вычисления производной.

23. Лемма о сходимости одношаговых итерационных процессов (доказательство).

24. Обусловленность задачи вычисления простого корня. Радиус неопределённости.

Пример: Найти радиус неопределённости корней уравнения

$$(x^2 - 2x) = 0.$$

25. Обусловленность задачи вычисления кратного корня.

Пример: Найти радиус неопределённости корней уравнения

$$(x^2 - 2x)^2 = 0.$$

26. Метод бисекции. Пример. Вычислить бо́льший корень уравнения $(x - \cos 2x)^2 = 0$ методом бисекции с точностью $\varepsilon = 10^{-1}$

27. Сходимость метода простой итерации (доказательство).

28. Критерий окончания итерации процесса (доказательство).

Пример: Построить итерационную функцию для нахождения корней уравнения $(x - \cos 2x)^2 = 0$ на отрезке $[12; 17]$.

29. Построение итерационной функции.

Пример: Построить итерационную функцию для уравнения $3x^4 + x^3 - 2x^2 = 0$

30. Обусловленность метода простой итерации.

31. Метод Ньютона. Пример: Найти с точностью $\varepsilon = 10^{-2}$ корень уравнения $3x - x^2 = 0$ методом Ньютона.

32. Модификации метода Ньютона. Пример: Вычислить с точностью $\varepsilon = 10^{-1}$ больший корень уравнения $3x - x^2 = 0$ с помощью модифицированных методов. $x^{(0)} = 1$.

33. Методы вычисления корня уравнения со сверхлинейной сходимостью.

Пример: Вычислить с точностью $\varepsilon = 10^{-1}$ больший корень уравнения $3x - x^2 = 0$ с помощью модифицированных методов $x^{(0)} = 1$.

Контрольные вопросы к экзамену по учебной дисциплине «Вычислительная математика». 6 семестр

1. Аппроксимация функций. Интерполяция, экстраполяция. Единственность интерполяционного многочлена. Пример: Вычислить значение интерполяционного многочлена Лагранжа третьей степени в точке $x=3.21$, оценить вычислительную погрешность.

Значения функции заданы таблицей

x_i	0,00	0,08	0,13	0,20	0,27	0,31	0,38	0,44
y_i	1,00000	1,72539	1,97664	1,92950	1,45474	1,07307	0,42687	0,09338

2. Различные формы записи интерполяционных многочленов.

Пример: Вычислить значение интерполяционного многочлена Ньютона третьей степени в точке $x=1.21$, оценить вычислительную погрешность.

Значения функции заданы таблицей.

x	$\phi(x)$
0	1,00000
0,1	1,20500
0,2	1,42007
0,3	1,64538
0,4	1,88124
0,5	2,12815
0,6	2,38676

x	$\phi(x)$
0,7	2,65797
0,8	2,94290
0,9	3,24293
1,0	3,55975
1,1	3,89537
1,2	4,25216
1,3	4,63285

x	$\phi(x)$
1,4	5,04065
1,5	5,47918
1,6	5,95261
1,7	6,46561
1,8	7,02350
1,9	7,63219
2,0	8,29835

3. Погрешность интерполяции. Пример: Оценить погрешность представления функции e^x интерполяционным полиномом третьей степени на отрезках: $[1,2]$, $[10,11]$.

4. Минимизация оценки погрешности интерполяции. Многочлены Чебышева.

5. Плохая сходимость интерполяционного процесса по равноотстоящим узлам. Чувствительность интерполяционного многочлена к погрешностям входных данных и к ошибкам округления (понятие константы Лебега и числа обусловленности задачи вычисления интерполяционного полинома)

6. Локальная интерполяция. Сплайны.

7. Численное дифференцирование. Основные формулы. Порядок точности.

8. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона для численного интегрирования. Оценка погрешности (с доказательством).
 9. Квадратурная формула Гаусса. Оценка погрешности.
 10.. Правило Рунге для вычисления определённого интеграла.
 11. Нормы вектора. Свойства норм.

Пример: Вычислить (оценить) нормы $\|\cdot\|_1$, $\|\cdot\|_2$, $\|\cdot\|_\infty$

$$X = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ -5 \end{pmatrix}$$

11. Нормы матрицы. Свойства норм.

Пример: Вычислить (оценить) нормы $\|\cdot\|_1$, $\|\cdot\|_2$, $\|\cdot\|_\infty$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 5 & 3 & 1 \\ -1 & 6 & 3 \end{pmatrix}$$

12. Обусловленность задачи решения системы линейных уравнений.

Пример: Оценить число обусловленности системы $AX = B$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 4 & 5 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad B^* = \begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,9 \end{pmatrix}$$

13. Обусловленность задачи решения системы линейных уравнений.

Пример: Вычислить число обусловленности матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \quad \text{в норме } \|\cdot\|_1, \|\cdot\|_2.$$

14. Метод Гаусса.

Пример: Найти LU разложения матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

15. Метод Зайделя

Пример: Найти решение системы методом Зайделя $A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ -5 \end{pmatrix}$

16. Анализ ошибок в методе Гаусса.

Пример: Проанализировать погрешности решения системы методом Гаусса, если $\varepsilon_m = 10^{-3}$

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

17. Метод простой итерации для решения системы линейных уравнений.

Пример: Вычислить две итерации решения системы $Ax = b$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad x^{(0)} = (0)$$

18. Метод простой итерации для системы нелинейных уравнений.

Пример: Исследовать сходимость метода простой итерации для системы

$$\begin{cases} x^2 y + y = 0 \\ y^2 x - x = 0 \end{cases} \quad \text{в области } D = \{(x, y) | 1 \leq x \leq 2; 3 \leq y \leq 5\}$$

19. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений.

Пример: Вычислить три итерации метода для системы

$$\begin{cases} x^2 y + 2y^2 - 1 = 0 \\ x - y^2 - 2 = 0 \end{cases} \quad x^{(0)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

20. Постановка задачи Коши.

Найти аналитическое решение задачи Коши

$$y' = t^2, y(0) = 1 \quad \text{на отрезке } [0, 2] \text{ с шагом } h = 0.2$$

21. Метод Эйлера для обыкновенных дифференциальных уравнений

Найти численное решение задачи Коши

$$y' = t^2, y(0) = 1 \quad \text{на отрезке } [0, 2] \text{ с шагом } h = 0.2$$

22. Модифицированные методы Эйлера для обыкновенных дифференциальных уравнений

Найти численное решение задачи Коши

$$y' = \sin t, y(0) = 1 \quad \text{на отрезке } [0, 2] \text{ с шагом } h = 0.2.$$

23. Метод Рунге – Кутты для обыкновенных дифференциальных уравнений

Найти численное решение задачи Коши $y' = 2\cos t, y(0) = 0$. на отрезке $[0, 2]$ с шагом $h = 0.2$.

Таблица А.7 – Курсовая работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество заданий в одном варианте
Соответствие выполненной работы описанию – 10 баллов	15	согласно описанию работы
Корректность описания выполнения задания – 10 баллов		
Полнота выполнения работы – 10 баллов		
Полнота информации в отчёте и логичность её изложения – 10 баллов		
Оригинальность и креативность выполнения задания – 10 баллов		

Курсовая работа имеет своей целью закрепить полученные знания особенностей компьютерной математики и методов приближенных вычислений, оценки погрешности получаемого результата для решения конкретных задач с компьютера с помощью пакетов прикладных программ и/или языков программирования высокого уровня. Курсовая работа также имеет своей целью углубить практические навыки работы с компьютерной техникой при использовании методик экспериментальных исследований в области вычислительной математики и обработки полученных результатов.

Студенты самостоятельно выполняют курсовую работу, получая необходимые консультации у преподавателя. Отчет оформляется в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению. Задания на курсовые работы и описание методики выполнения содержатся в учебном пособии:

Гарбарь С. В., Жгун Т. В. Вычислительная математика: Методические указания к выполнению курсовой работы. Методические указания. НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2015, 38 с.

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Вычислительная математика»

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Демидович Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, И. А. Марон. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 659 с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике) (Лучшие классические учебники). - Библиогр. в конце гл. - Указ.: с. 659-664. - На обл.: Знание! Уверенность! Успех!. - ISBN 978-5-8114-0695-1 : (в пер.) : 568.26. - 490.00, 1500 экз.	16	
Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов по направлению подгот. дипломир. спец. "Прикл. математика". - 3-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2009. - 847,[1]с. - Библиогр.: с. 820-828. - Прил.: с. 790-819. - Указ.: с. 829-840. - ISBN 978-5-06-006123-9 : (в пер.) : 775.28.	20	»
Электронные ресурсы		
Вычислительная математика : метод. указания к практическим занятиям / сост. Т. В. Жгун.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017.– 25 с. – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. –URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2573 (дата обращения 10.11.2021).		bibliotech
Теория погрешностей : метод. указания к практическим занятиям / сост. Т. В. Жгун.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017.– 25 с. – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. –URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2572 (дата обращения 10.11.2021).		bibliotech»
<i>Гарбарь С. В.</i> Вычислительная математика : метод. указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика / Гарбарь С. В., Жгун Т. В.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017.– 25 с. – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. –URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1948 (дата обращения 10.11.2021)		bibliotech
<i>Гарбарь С. В.</i> Основы вычислительной математики : метод. указания к выполнению лабораторных работ / Гарбарь С. В., Жгун Т. В.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012.– 26 с. – Текст электронный – Электронно-библиотечная система БиблиоТех. [сайт]. –URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-832 (дата обращения 10.11.2021)		bibliotech

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 4-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2015. - 447, [1] с. : ил. - (Учебник для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 441-443. Текст: электронный. - URL: https://e.lanbook.com/book/59285 (дата обращения: 17.02.2020). -). — Режим доступа: для авториз. пользователей..	7	ЭБС «Лань»

**См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).*

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Жидков Е. Н. Вычислительная математика : учебное пособие для вузов / Е. Н. Жидков. - Москва : Академия, 2010. - 199, [2] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-5892-4 : (в пер.) : 328.02, 2500 экз.	5	
Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 366, [2] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике). - Библиогр.: с. 365-367. - Прил.: с.304-364. - На обл.: Лучшие классические учебники. - ISBN 978-5-8114-0801-6 : (в пер.) : 406.12.	5	
Соловьёв И. А. Вычислительная математика на смартфонах, коммуникаторах и ноутбуках с использованием программных сред Python : учебное пособие для вузов / И. А. Соловьёв, А. В. Червяков, А. Ю. Репин. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 265, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 261-262. - Прил.: с. 227-259. - ISBN 978-5-8114-1120-7 : (в пер.) : 449.90, 1500 экз.	2	
Гарбарь С. В. Вычислительная математика : методические указания к выполнению курсовой работы / С. В. Габарь, Т. В. Жгун ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2015. - 38, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - Авт. на обл. не указаны. — URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1948	12	bibliotech»
Бахвалов Н. С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 624-628. - Указ.: с. 629-636. - 250 лет МГУ им. М. В. Ломоносова. - ISBN 978-5-94774-815-4 : (в пер.) : 209.99.	24	
Электронные ресурсы		

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета: сайт / Моск. гос. ун-т. – М., 2002-2020. — URL: http://www.lib.mexmat.ru/ , (дата обращения: 17.02.2021).		
Интернет-университет информационных : офиц. сайт / НОУ «ИНТУИТ», 2003 – 2021 — URL: http://www.intuit.ru/ (дата обращения: 17.02.2021).		
Каталог продуктов Microsoft. Статьи об инструментах и технологиях Майкрософт для разработчиков: офиц. сайт – URL: http://msdn.microsoft.com/library/ (дата обращения: 17.02.2021).		
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии»: сайт – URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6 (дата обращения: 17.02.2021).		

Проверено НБ НовГУ

Зав. кафедрой

« 12 » февраля 2020 г.

подпись

Иванова А.С.

И.О.Фамилия

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Вычислительная математика»

Зав. кафедрой Бессенский В.А.

Зав. кафедрой

Зав. кафедрой

[illegible]