

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.1.1 «Вычислительная математика»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **09.03.01**

Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль, специализация): **Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **заочная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	С.А. Кантор
Согласовал	Зав. кафедрой «ПМ»	Е.Г. Боровцов
	руководитель направленности (профиля) программы	Л.И. Сучкова

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-2	способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	<p>возможности использования программных средств для решения практических задач, базирующегося на применении методов вычислительной математики: - теорию погрешностей; базовые определения и понятия, относящиеся к основам вычислительной математики;</p> <p>- методы решения линейных и нелинейных алгебраических уравнений и систем, задачи Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений;</p> <p>- методы нахождения собственных чисел и векторов матриц;</p> <p>- методы приближения функций, численного дифференцирования и интегрирования.</p>	<p>- использовать программные средства при решении практических задач, в частности:</p> <p>- применять вычислительную технику для реализации вычислительных алгоритмов и визуализации результатов вычислений.</p>	<p>навыками освоения методик использования одного или нескольких математических пакетов для проведения вычислений при решении практических задач</p>
ПК-3	способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	<p>особенности использования программных средств, относящихся к вычислительной математике, при решении практических задач, в том числе:</p> <p>- этапы постановки вычислительного эксперимента;</p> <p>- основы представления чисел</p>	<p>- обоснованно подбирать методы численного решения практических задач;</p> <p>- реализовывать вычислительные алгоритмы;</p> <p>- составлять тестовые примеры;</p> <p>- анализировать результаты расчетов</p> <p>- оценивать вычислительную и</p>	<p>- навыками обоснованного использования стандартных инструментальных средств нахождения решения конкретными методами вычислительной математики;</p> <p>- навыками создания программных продуктов,</p>

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
		в ЭВМ; -причины возникновения вычислительных погрешностей; -требования к вычислительным алгоритмам.	временную сложность численных методов.	реализующих вычислительные алгоритмы, проверки их корректности и эффективности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информатика, Математика, Программирование, Программные пакеты для математических расчетов, Теория вероятностей и математическая статистика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Основы моделирования, Основы научных исследований, Преддипломная практика

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	4	12	0	164	22

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: заочная

Лекционные занятия (4ч.)

1. Введение. Методики создания и использования программных средств для решения задач линейной алгебры {беседа} (1ч.) [1,2,3,4,7,8] Методика использования программных средств для решения практических задач, основанная на вычислительном эксперименте. Применение систем компьютерной математики для решения задач вычислительной математики (MatLab, MathCad, Maxima). Источники и классификация погрешностей. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ: приближенные числа, действия с приближенными числами, машинная арифметика.

Теоретические основы численных методов: погрешность вычисления функции, уменьшение погрешности вычислений, устойчивость и обусловленность алгоритма, его вычислительная сложность (по памяти, по времени). Обоснованность выбора численного метода и его программной реализации: корректность, эффективность.

Прямые методы решения систем алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителя. Обращение матриц. Метод прогонки, его устойчивость. Метод квадратного корня. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений и оценка погрешности.

Итерационные методы решения систем алгебраических уравнений. Итерационные методы Якоби и Зейделя. Каноническая форма одношаговых итерационных методов, теорема о сходимости итерационного метода, выбор оптимального итерационного параметра.

Нахождение собственных чисел матриц

Полная проблема собственных чисел, ее решение итерационным методом вращений для симметричных матриц. Решение частичной проблемы собственных чисел методом итераций.

2. Методики создания и использования программных средств для решения задач интерполяции и аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования. (2ч.) [2,3,4] Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона, их погрешность. Интерполяционные формулы для таблиц, составление таблиц. Многомерная интерполяция. Интерполяционный многочлен Эрмита. Интерполяция с помощью кубических сплайнов.

Метод наименьших квадратов. Сглаживание экспериментальных данных.

Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.

Применение интерполяционных формул для численного дифференцирования. Погрешность формул численного дифференцирования. Некорректность задачи численного дифференцирования.

Получение простейших формул интегрирования (прямоугольников, трапеций, Симпсона), оценка их погрешности. Апостериорная оценка погрешности методом Рунге, автоматический выбор шага интегрирования.

Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Гаусса.

Особые случаи интегрирования (быстроосциллирующие функции, несобственные интегралы).

Вычисление кратных интегралов. Метод Монте-Карло.

3. Методики создания и использования программных средств для решения нелинейных уравнений и систем.

Методики создания и использования программных средств для решения задачи Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений(1ч.)[2,3,4] Отделение корней. Методы деления отрезка пополам, хорд, касательных, секущих, парабол для уточнения корней нелинейного уравнения.

Методы итераций, Ньютона, Якоби, Зейделя для нелинейных систем.

Классификация методов решения дифференциальных уравнений. Метод степенных рядов.

Простейшие формулы и общая формулировка методов Рунге-Кутты. Оценка погрешности одношаговых методов. Контроль погрешности на шаге: метод Рунге; вложенные методы. Автоматический выбор шага. Понятие об устойчивости и жестких системах. Методы Адамса.

Метод стрельбы. Решение краевой задачи для линейного уравнения второго порядка разностным методом. Понятие о методе Галеркина и методе конечных элементов.

Решение интегральных уравнений.

Лабораторные работы (12ч.)

1. Теория погрешностей. {беседа} (1ч.)[9] Абсолютная и относительная погрешности, верные значащие цифры. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

2. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений {беседа} (1ч.)[2] Программная реализация метода Гаусса для решения систем линейных уравнений, нахождение определителя и обратной матрицы.

Постановка и выполнение экспериментов по проверке корректности и эффективности прямых методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Сравнение возможностей различных систем компьютерной математики при решении СЛАУ.

3. Итерационные методы решения СЛАУ(1ч.)[2] Программная реализация методов Зейделя и Якоби, простой итераций для решения систем линейных уравнений. Обоснованность выбора итерационных методов, осуществление экспериментов по применимости методов при не выполнении достаточного условия сходимости, зависимости от параметра релаксации.

4. Частичная и полная проблемы собственных чисел {беседа} (1ч.)[2] Программная реализация метода нахождения наибольшего по модулю, наибольшего, наименьшего собственных чисел, собственного числа ближайшего к данному. Проверка корректности результатов при различных значениях начального вектора. Сравнение с результатами вычислений с помощью одного из математических пакетов.

Программная реализация метода вращений для решения полной проблемы собственных чисел симметрических матриц.

5. Интерполяция. {беседа} (1ч.)[2] Интерполирование многочленами и сплайнами. Обоснование выбора метода интерполяции, выполнение вычислительных экспериментов по проверке эффективности интерполяции в зависимости от интерполируемой функции, числа и расположения узлов интерполяции.

6. Численное дифференцирование и интегрирование {беседа} (1ч.)[2] Выполнение вычислительных экспериментов по проверке корректности результатов численного дифференцирования, зависимости результатов от шага интегрирования, величины погрешности задания исходных данных, порядка производной.

Программная реализация вычисления определенных интегралов методами прямоугольников, трапеций, Симпсона с постоянным и автоматическим выбором шага. Экспериментальная проверка порядка точности методов. Сравнение результатов с расчетами, полученными с помощью систем компьютерной математики.

7. Метод Монте-Карло {беседа} (1ч.)[2] Программная реализация метода Монте-Карло для вычисления кратных интегралов.

8. Решение систем нелинейных уравнений {беседа} (1ч.)[2] Программная реализация метода Ньютона для решения систем нелинейных уравнений. Решение системы с применением систем компьютерной математики.

9. Решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.

Нахождение корней многочленов. {беседа} (1ч.)[2] Составление программы по отделению нулей функции на отрезке табличным методом и уточнению корней комбинированным методом хорд и касательных. Применение математических пакетов для отделения корней графическим методом.

Составление программы для нахождения корней многочленов методом парабол. Нахождение корней многочленов с помощью математических пакетов. Осуществление постановки и выполнения экспериментов по проверке чувствительности метода к изменению коэффициентов.

10. Решение задачи Коши {беседа} (1ч.)[2] Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты с постоянным шагом и автоматическим выбором шага. Экспериментальная проверка выполнения (невыполнения) условия устойчивости на качественное поведение численного решения.

11. Решение краевой задачи {беседа} (1ч.)[2] Решение краевой задачи для уравнения второго порядка методом стрельбы.

12. Решение краевой задачи для линейного уравнения второго порядка методом прогонки {беседа} (1ч.)[2] Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка методом прогонки. Осуществление постановки и выполнение экспериментов по проверке порядка скорости сходимости при различной аппроксимации краевых условий.

Самостоятельная работа (164ч.)

1. Подготовка к лабораторным работам и их защите(83ч.)[1,2,5,8] Составление алгоритма; подбор тестовых примеров; написанию и отладке ПО; анализ результатов расчетов; написание отчета.

2. Изучение теоретического материала(72ч.)[2,3,4,5,6,7,8] Изучение темы, освещенных в обзорных лекциях, используя учебную литературу, ЭОС ILIAS.

3. Подготовка к экзамену(9ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9] Повторение ранее изученного материала.

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Кантор С.А. Использование свободного программного обеспечения для математических расчетов. Часть 1. Система компьютерной алгебры Maxima. Учебное пособие. / Алт.

госуд. технич. ун-т им. И.И.Ползунова. Барнаул, 2016. – 104 с. : 63 ил.

http://elib.altstu.ru/eum/download/pm/Kantor_maxima_up.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Кантор С.А. Основы вычислительной математики/ С.А. Кантор – Барнаул, Из-во АлтГТУ, 2010. – 357 с. [электронный ресурс] Режим доступа http://elib.altstu.ru/eum/download/pm/vich_mat.pdf

3. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учебное 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>.

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

6.2. Дополнительная литература

5. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Квасов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 328 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71713>.

6. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Копченова, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96854>.

7. Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Поршневу. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650>.

8. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Охорзин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/294>.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9. Электронный курс "Вычислительная математика"
http://lms.altstu.ru/ilias/ilias.php?ref_id=4885&cmdClass=ilrepositorygui&cmdNode=rz&baseClass=ilRepositoryGUI

10. <https://www.intuit.ru/studies/courses>

11. <https://e.lanbook.com>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Mathcad 15
2	Visual Studio
3	MATLAB R2010b
4	Mozilla Firefox
5	Windows
6	Maxima
7	Microsoft Office
8	LibreOffice
9	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».