

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: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
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	
очная	34	34	0	112	78

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

Форма обучения: очная

**Лекционные занятия (34ч.)**

**1. Введение {беседа} (2ч.)[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.

Основная часть вопросов, помеченных \*), выносится на самостоятельное изучение.

**2. Методики создания и использования программных средств для решения задач линейной алгебры(8ч.)[2,3,4]** 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.

**3. Методики создания и использования программных средств для решения задач интерполяции и аппроксимации функций, численного дифференцирования.(6ч.)[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.

Наилучшее приближение в гильбертовом пространстве. 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.

**4. Методики создания и использования программных средств для решения задач численного интегрирования(6ч.)[2,3,4]** 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.

**5. Методики создания и использования программных средств для решения нелинейных уравнений и систем(4ч.)[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

**6. Методики создания и использования программных средств для решения задачи Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений(8ч.)[2,3,4]** 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. Многошаговые методы\*, 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 (34ч.)**

**1. Теория погрешностей. {беседа} (2ч.)[9]** Абсолютная и относительная погрешности, верные значащие цифры. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

**2. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений {беседа} (2ч.)[2]** Программная реализация метода Гаусса для решения систем

линейных уравнений, нахождение определителя и обратной матрицы.

**3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. {беседа} (2ч.)[2]** Программная реализация метода квадратного корня. 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.

**4. Итерационные метода решения систем линейных алгебраических уравнений {беседа} (2ч.)[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.

**5. Частичная проблема собственных чисел {беседа} (2ч.)[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.

**6. Полная проблема собственных чисел {беседа} (2ч.)[2]** Программная реализация метода вращений для решения полной проблемы собственных чисел симметрических матриц.

**7. Интерполяция. {беседа} (2ч.)[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.

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

**9. Численное интегрирование. {беседа} (2ч.)[2]** 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.

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

**11. Решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений {беседа} (2ч.)[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.

**12. Нахождение корней многочленов {беседа} (2ч.)[2]** 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.

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

**14. Решение задачи Коши {беседа} (2ч.)[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.

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

**16. Решение краевой задачи для линейного уравнения второго порядка методом прогонки {беседа} (2ч.)[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.

**17. Решение интегральных уравнений {беседа} (2ч.)[2]** Составление программы для нахождения решения линейного интегрального уравнения Фредгольма второго рода.

### **Самостоятельная работа (112ч.)**

**1. Подготовка к лабораторным работам и их защите(34ч.)[1,2,5,8]** Составление алгоритма; подбор тестовых примеров; завершение работы по написанию и отладке ПО, начатой во время лабораторной работы; анализ результатов расчетов; написание отчета.

**2. Подготовка к лекциям(33ч.)[2,3,4,5,6,7,8]** Изучение теоретического материала

**3. Подготовка к экзамену(45ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9]**

### **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](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](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](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 контролируемых 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.

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

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».