

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ИТУС

В.Г. Рубанов

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Вычислительная математика

Направление подготовки:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

профиль подготовки:

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 5 от 12 января 2016 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

Составитель: _____ (Т. В. Бондаренко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент (В. М. Поляков)
(подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » 03 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 11 » 03 2016 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (В. М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Информационных технологий и управляющих систем

« 24 » 03 2016 г., протокол № 7

Председатель: к.т.н., доцент (Ю. И. Солопов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
1	ПК-3	способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия вычислительной математики; - теоретические основы численных методов решения практических задач; - основы разработки программных приложений, реализующих численные методы решения с учетом заданных ограничений. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять численные методы решения вычислительных задач; - составлять и реализовывать вычислительные алгоритмы численных методов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбора необходимых для решения задачи численных методов и условий их применения; навыками реализации численных методов решения с помощью ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Алгебра и геометрия
2	Математический анализ

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Планирование эксперимента

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	68
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	—	—
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	76	76
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задания	—	—
Индивидуальное домашнее задание	18	18
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	58	58
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	3	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)					
	Прямой и обратный ход метода Гаусса. Схема единственного деления: условия реализации, алгоритм. Схема с выбором максимального по модулю элемента: условия применения, алгоритм реализации. Применение метода Гаусса: вычисление определителя матрицы, вычисление матрицы обратной к данной матрице. Решения СЛАУ с произвольным числом правых частей и одной и той же матрицей коэффициентов при неизвестных за одну реализацию метода Гаусса.	2	—	2	3
2. Интерполирование функций					
	Понятие интерполяции. Понятие интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Понятие и свойства разделенных и конечных разностей. Интерполяционный многочлен Ньютона. Относительная и абсолютная погрешность вычисления.	2	—	2	3
3. Численное интегрирование					
	Постановка задачи. Квадратурная формула: понятие и свойства. Формула центральных прямоугольников. Формула трапеций. Формула парабол (Симпсона). Погрешность интегрирования. Принцип Рунге для оценки погрешности. Квадратурная формула Гаусса.	4	—	2	3
4. Численное дифференцирование					
	Постановка задачи. Двух- трех- четырехточечные формулы производной функции.	2	—		1
5. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ)					
	Понятие дифференциального уравнения (ДУ), решения ДУ, начальных условий, интегральной кривой. Постановка задачи Коши. Метод последовательного дифференцирования для приближенного решения задачи Коши. Численные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Численное решение нормальных систем дифференциальных уравнений.	4	—	2	3
6. Одномерная минимизация функций					

	Постановка задачи. Понятие локального и глобального минимума функции. Понятие унимодальности функции, нахождение отрезков унимодальности функции. Методы минимизации функции: оптимальный пассивный поиск, метод деления отрезка пополам, метод чисел Фибоначчи, метод золотого сечения.	3	—	4	12
7. Многомерная минимизация функций					
	Постановка задачи. Понятие локального и глобального минимума функции. Понятие градиента функции. Минимизация функции многих переменных методом градиента с дроблением шага. Метод наискорейшего спуска.	3	—	4	4
8. Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона					
	Постановка задачи. Выбор начального приближения к решению системы. Линеаризация системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными.	1	—	2	3
9. Решения нелинейных уравнений с одним неизвестным					
	Понятие корня уравнения. Локализация корня. Теоремы существования и единственности корня. Метод хорд: условия применимости, неподвижная и подвижная точки, алгоритм. Метод касательных: условия применимости, неподвижная и подвижная точки, алгоритм. Комбинированный метод: условие применения, алгоритм.	4	—	4	12
10. Метод итераций для решения СЛАУ					
	Норма вектора и норма матрицы. Первая норма, вторая норма, бесконечная норма матрицы и вектора: понятие и вычисление. Метод простой итерации: алгоритм, условие сходимости, правило остановки. Оценка погрешности решения	2	—	4	5
11. Собственные числа и собственные векторы матрицы					
	Понятие собственного числа и собственного вектора матрицы. Степенной метод приближенного вычисления: алгоритм. Степенной метод со сдвигами.	3	—	4	4
12. Аппроксимация данных					
	Постановка задачи. Метод наименьших квадратов: алгоритм. Оценка качества аппроксимации.	3	—	4	4
13. Трехдиагональная система уравнений					
	Понятие трехдиагональной системы, общий вид. Метод прогонки: условия применения, алгоритм.	1	—		1
	ВСЕГО	34		34	58

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Метод Гаусса для решения СЛАУ	Метод Гаусса решения СЛАУ.	2	2
2	Интерполирование функций	Интерполяция функций	2	2
3	Численное интегрирование	Численное интегрирование.	2	2
4	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ)	Численные методы решения задачи Коши	2	2
5	Одномерная минимизация функции	Одномерная минимизация функций	4	4
6	Многомерная минимизация функций	Минимизация функции многих переменных методом градиента с дроблением шага	4	4
7	Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона	Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона	2	2
8	Решения нелинейных уравнений с одним неизвестным	Решения нелинейных уравнений с одним неизвестным	4	4
9	Методом итераций для решения СЛАУ	Решение систем линейных уравнений методом итераций	4	4
10	Собственные числа и собственные векторы матрицы	Вычисление собственных чисел и собственных векторов матрицы	4	4
11	Аппроксимация данных	Метод наименьших квадратов	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Метод Гаусса для решения СЛАУ	Идея метода Гаусса. Описание прямого хода метода Гаусса. Алгоритм прямого хода. Условие реализуемости прямого хода. Обратный ход метода Гаусса. Алгоритм обратного хода. Сравнение схемы единственного деления и схемы частичного выбора. Вычисление определителя матрицы методом Гаусса. Вычисление методом Гаусса решения системы с любым числом столбцов свободных членов. Вычисление обратной матрицы методом Гаусса.
2	Интерполирование функций	Постановка задачи приближения функций. Источники такой задачи. Задача интерполяции. Интерполяция в некотором классе функций. Узлы интерполяции. Полиномиальная интерполяция. Условие существования и единственности решения задачи интерполяции обобщенным многочленом. Определение и свойства конечных разностей. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными разностями для интерполирования: вперед; назад. Определение и свойства разделенных разностей. Интерполяционный многочлен Ньютона с разделенными разностями. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.
3	Численное интегрирование	Постановка задачи численного интегрирования. Квадратурная формула: определение, узлы, веса и погрешность. Формула центральных прямоугольников: геометрическое обоснование и погрешность. Формула трапеций: геометрическое обоснование и погрешность. Формула Симпсона (парабол): обоснование и погрешность. Правило Рунге оценки погрешности квадратурной формулы, достижение заданной точности. Формула Гаусса: постановка задачи; вывод системы уравнений для узлов и весов на отрезке интегрирования $[-1; 1]$; переход к любому отрезку интегрирования $[a, b]$.
4	Численное дифференцирование	Постановка задачи численного дифференцирования. Приближенное вычисление производных с помощью интерполяционных многочленов (случай равномерной и неравномерной сетки) Приближенные значения производных в узловых точках.
5	Приближенное решение	Определение задачи Коши для ДУ.

	обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ)	Классификация методов приближенного решения задачи Коши. Метод последовательного дифференцирования. Метод Эйлера: геометрический смысл, погрешность. Методы второго порядка. Метод Эйлера-Коши; модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности численного решения задачи Коши. Приближенное решение нормальных систем ДУ.
6	Одномерная минимизация функций	Постановка задачи одномерной минимизации функции. Понятие локального и глобального минимума функции. Определение и достаточные условия локального минимума. Этапы решения задачи минимизации функции на отрезке. Определение и достаточное условие унимодальности функции на отрезке. Определение деления отрезка в «золотом сечении». Методы минимизации функции: оптимальный пассивный поиск, метод деления отрезка пополам, метод чисел Фибоначчи, метод «золотого сечения». Алгоритм метода золотого сечения. Правило остановки. Нахождение глобального минимума функции.
7	Многомерная минимизация функций	Постановка задачи многомерной минимизации. Необходимое и достаточное условие точки локального минимума. Характеристика методов спуска. Метод градиента с дроблением шага. Алгоритм метода и правило остановки. Метод наискорейшего спуска.
8	Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона	Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона. Выбор начального приближения к решению системы. Линеаризация системы.
9	Решения нелинейных уравнений с одним неизвестным	Определения: корня уравнения, приближенного значения корня уравнения. Методы отделения корней. Геометрическая иллюстрация метода хорд. Признак неподвижной точки. Алгоритм метода хорд. Вывод вычислительных формул. Метод Ньютона (касательных). Геометрическая иллюстрация метода. Вычислительная формула. Выбор начального приближения. Условия применимости комбинированного метода. Алгоритм комбинированного метода. Правило остановки.
10	Методом итераций для решения СЛАУ	Определение нормы вектора в n -мерном векторном пространстве, p -норма; случаи $p = 1, 2, \infty$. Определение нормы матрицы, подчиненной данной норме вектора. Примеры норм. Форма системы линейных уравнений, необходимая для применения метода итераций. Идея метода. Алгоритм метода итераций. Правило остановки. Априорная и апостериорная оценка сходимости метода итераций. Переход от данной системы к системе, решаемой методом итераций.

11	Собственные числа и собственные векторы матрицы	Определение собственного числа и соответствующего ему собственного вектора матрицы A . Степенной метод: условие применимости, алгоритм, правило остановки. Вычисление следующего по модулю собственного числа.
12	Аппроксимация данных	Постановка задачи аппроксимации. Аппроксимация данных методом наименьших квадратов с помощью обобщенного многочлена. Погрешность аппроксимаций.
13	Трёхдиагональная система уравнений	Определение трёхдиагональной системы линейных уравнений. Вывод расчетных формул метода прогонки. Алгоритм метода прогонки. Условие реализации метода.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Учебным планом не предусмотрено.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Учебным планом предусмотрены 2 ИДЗ.

Первое ИДЗ включает задачи одномерной минимизации функций, второе — задачи решения нелинейных уравнений.

5.4. Перечень контрольных работ.

Учебным планом не предусмотрено.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. Изд-во «Лань», 2006. – 664 с. https://e.lanbook.com/book/2025#book_name
2. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2008 г.
3. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов: учебник, — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13042>
4. Пантина И.В., Синчуков А.В. Вычислительная математика: учебник, — М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17012>
5. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики: учебное пособие – М: Изд-во «Лань», 2006. https://e.lanbook.com/book/2025#book_name

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы Вычислительной математики: учебное пособие –Спб.: Изд-во «Лань», 2011.
2. Ракитин В. И., Первушин В. Е. Практическое руководство по методам вычислений с приложением программ для персональных компьютеров: практикум, — М.: Высш. шк., 1998
3. Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике: практикум – М.: Высшая школа, 1990.
4. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров. – М.: МЭИ, 2003. – 595 с.
5. Поршнев С. В. Вычислительная математика: учебное пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004 г.
6. Петров И. Б., Лобанов А. И. Лекции по вычислительной математике: учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 г. <http://www.iprbookshop.ru/16089.html>

6.3. Перечень интернет ресурсов

Электронно-библиотечная система ntb.bstu.ru; www.iprbookshop.ru.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для освоения дисциплины могут быть использованы программные средства: Microsoft Office, Microsoft Windows, Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, Microsoft Visual Studio, FreePascal, Code Blocks, Dev C++.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «20» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой _____ В.М. Поляков
подпись ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «22» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ В.М. Поляков
подпись, ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «21» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ В.М. Поляков
подпись, ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Вычислительная математика».

Дисциплина «Вычислительная математика» изучается на втором курсе в рамках подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Целью курса является изучение основных понятий, положений и методов вычислительной математики, а также получения навыков выбора методов решения задач и программной реализации численных методов с заданными параметрами.

В ходе изучения дисциплины студенты приобретают практические навыки и умения:

- решения линейных и нелинейных уравнений и систем;
- численного дифференцирования и интегрирования функций;
- численного решения дифференциальных уравнений;
- интерполяции и аппроксимации;
- использования и реализации численных методов с помощью ЭВМ.

Занятия проводятся в виде лекций и лабораторных занятий в соответствии с рабочей программой. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме защит лабораторных работ. Формой итогового контроля является зачет.

Для допуска к зачету требуется сдача всех лабораторных работ. Защиту лабораторных работ можно проводить в форме устного опроса и решения простых задач на основе материала лабораторной работы. Зачет проводится по билетам, в каждом из которых два теоретических вопроса по всему курсу и две задачи. Перед итоговым контролем возможно проведение консультаций, в том числе, по необходимости — индивидуальных.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины. Самостоятельная работа способствует углублению и закреплению полученных знаний и навыков, проработке лекционного материала.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в заданиях к лабораторным работам.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Изучение темы следует завершать выполнением соответствующей лабораторной работы, решать задачи, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий. Для обеспечения систематического контроля

над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в заданиях к лабораторным работам. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «18» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ В.М. Поляков
подпись, ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ уч. год.

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Поляков В.М.
подпись, ФИО

Директор института _____ Белоусов А.В.
подпись, ФИО

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год
без изменений²

Протокол № 8 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Полков В.М.

Директор института _____

подпись, ФИО

Белоусов А.В.

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть