

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Численные методы

Направление подготовки:
09.03.04 Программная инженерия

профиль подготовки:
Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная


Институт информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 229 от 12 марта 2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем».

Составитель: старший преподаватель  (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)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 16 » 04 2015 г.

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

« 16 » 04 2015 г., протокол № 11

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

« 23 » 04 2015 г., протокол № 3/12

Председатель: 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	
Профессиональные			
1	ПК-1	готовность применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы сведения задач высшей математики, не решаемых аналитически, к задачам, решаемым численным методом; – основы разработки программных приложений, реализующих численные методы решения практических задач с учетом заданных ограничений; - теоретические основы численных методов решения практических задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – преобразовывать поставленную математическую задачу к виду, решаемому численным методом, выбирать наиболее подходящий метод решения; – составлять и реализовывать вычислительные алгоритмы численных методов для решения задач вычислительной математики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками реализации численных методов решения вычислительной задачи в заданных ограничениях и с заданной точностью; – навыками реализации приложений, выполняющих численное решение задач в средах Dev C++, CodeBlocks, Microsoft Visual Studio.

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
3	Основы программирования

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Системное моделирование
2	Системный анализ и обработка информации
3	Исследование операций и теория игр
4	Планирование эксперимента
5	Системы реального времени

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	<i>Диф. Зачет</i>	<i>Диф. Зачет</i>

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. Методы решения нелинейных уравнений					
	История развития численных методов. Разложение функции в ряд Тейлора. Методы решения нелинейных уравнений: деления отрезка пополам, хорд, касательных, простой итерации	3		2	8
2. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений					
	Метод Гаусса решения системы линейных уравнений. Вычисление обратной матрицы, определителя, решение системы линейных уравнений с использованием обратной матрицы.	5		6	12
3. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений					
	Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений. Алгоритм метода. Правило остановки.	4		4	12
4. Аппроксимация функций					
	Аппроксимация функций. Интерполяционный полином Лагранжа, метод наименьших квадратов.	6		6	12
5. Интерполяция и экстраполяция					
	Интерполяция и экстраполяция. Сплайн – интерполяция. Понятие и вычисление разделенных разностей. Понятие и вычисление конечных разностей.	4		4	6
6. Численное интегрирование					
	Численные методы вычисления интеграла. Геометрический смысл интегрирования Метод центральных прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности методов	2		4	6
7. Минимизация функций					
	Минимизация функций. Понятие минимума функции. Постановка задачи. Метод золотого сечения. Метод деления отрезка пополам. Вычисление на основании чисел Фибоначчи.	4		4	8
8. Численное решение дифференциальных уравнений					
	Численные методы решения дифференциальных уравнений: одношаговые и многошаговые методы; задача Коши; краевая задача; метод Рунге – Кутта решения системы дифференциальных уравнений	6		4	12
	ВСЕГО	34		34	76

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	Методы решения нелинейных уравнений	Методы решения нелинейных уравнений: деления отрезка пополам, хорд, касательных, простой итерации	2	4
2	Метод Гаусса решения системы линейных уравнений	Метод Гаусса решения системы линейных уравнений Вычисление обратной матрицы, определителя, решение системы линейных уравнений с использованием обратной матрицы.	6	6
3	Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений	Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений	4	6
4	Аппроксимация функций	Аппроксимация функций: интерполяционный полином Лагранжа, метод наименьших квадратов,	6	6
5	Интерполяция и экстраполяция	Линейная, квадратичная интерполяция, сплайн – интерполяция.	4	4
6	Численное интегрирование	Численные методы вычисления интеграла: метод прямоугольников, трапеций, Симпсона	4	4
7	Минимизация функций	Минимизация функций. Метод золотого сечения, метод Ньютона.	4	4
8	Численное решение дифференциальных уравнений	Численное решение дифференциальных уравнений методом Рунге – Кутты, Адамса	4	6
ИТОГО:			34	40
ВСЕГО:				74

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	Методы решения нелинейных уравнений	Разложение функции в ряд Тейлора. Члены ряда Тейлора. Метод решения нелинейного уравнения делением отрезка пополам. Метод хорд решения нелинейного уравнения. Метод касательных решения нелинейного уравнения. Комбинированный метод решения нелинейного уравнения.
2	Метод Гаусса решения системы линейных уравнений	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.
3	Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений	Решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными методом Ньютона. Выбор начального приближения к решению системы. Линеаризация системы.
4	Аппроксимация функций	Постановка задачи аппроксимации. Аппроксимация данных методом наименьших квадратов с помощью обобщенного многочлена. Погрешность аппроксимаций.
5	Интерполяция и экстраполяция	Постановка задачи приближения функций. Источники такой задачи. Задача интерполяции. Интерполяция в некотором классе функций. Узлы интерполяций. 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.
6	Численное интегрирование	Постановка задачи численного интегрирования. Квадратурная формула: определение, узлы, веса и погрешность. Формула центральных прямоугольников: геометрическое

		<p>обоснование и погрешность.</p> <p>Формула трапеций: геометрическое обоснование и погрешность.</p> <p>Формула Симпсона (парабол): обоснование и погрешность.</p> <p>Правило Рунге оценки погрешности квадратурной формулы, достижение заданной точности.</p> <p>Формула Гаусса: постановка задачи; вывод системы уравнений для узлов и весов на отрезке интегрирования $[-1; 1]$; переход к любому отрезку интегрирования $[a, b]$.</p>
7	Минимизация функций	<p>Постановка задачи одномерной минимизации функции.</p> <p>Понятие локального и глобального минимума функции.</p> <p>Определение и достаточные условия локального минимума.</p> <p>Этапы решения задачи минимизации функции на отрезке.</p> <p>Определение и достаточное условие унимодальности функции на отрезке.</p> <p>Определение деления отрезка в «золотом сечении».</p> <p>Методы минимизации функции: оптимальный пассивный поиск, метод деления отрезка пополам, метод чисел Фибоначчи, метод «золотого сечения».</p> <p>Алгоритм метода золотого сечения. Правило остановки.</p> <p>Нахождение глобального минимума функции.</p> <p>Постановка задачи многомерной минимизации.</p> <p>Необходимое и достаточное условие точки локального минимума.</p> <p>Характеристика методов спуска. Метод градиента с дроблением шага. Алгоритм метода и правило остановки.</p> <p>Метод наискорейшего спуска.</p>
8	Численное решение дифференциальных уравнений	<p>Постановка задачи численного дифференцирования.</p> <p>Приближенное вычисление производных с помощью интерполяционных многочленов (случай равномерной и неравномерной сетки)</p> <p>Приближенные значения производных в узловых точках.</p>

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

Учебным планом не предусмотрено.

ИДЗ №1. «Метод золотого сечения»: одномерная минимизация функции.

Цель: изучить методы нахождения приближенного решения задачи одномерной минимизации функции и получить практические навыки их применения.

Задания к работе: найти область определения функции, определить промежутки унимодальности функции; найти приближенное решение задачи одномерной минимизации $f(x) \rightarrow \min$ с заданной точностью.

ИДЗ №2. Решение нелинейных уравнений.

Цель: получение навыков решения нелинейных уравнений с использованием метода хорд и метода касательных.

Задания к работе: определение корней уравнения графически и аналитически; определение отрезка локализации корня; обоснование выбора неподвижной точки метода хорд и начального приближения каждого метода; вычисления корня уравнения с заданной точностью.

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

Учебным планом не предусмотрено.

5.4. Перечень контрольных работ.

Учебным планом не предусмотрено.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Бахвалов Н.С. Численные методы: учебное пособие. / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков / 3-е изд. — М, Бинوم, 2004, — 636с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — М: Высшая школа, 2003. — 190с.
3. Волков Е.А. Численные методы: учебное пособие. — СПб: Лань, 2008. — 248с.
4. Формалев В.Ф. Численные методы: учебное пособие / В.Ф. Формалев, Д.Л. Резников. — М.: Физматлит, 2004. — 398с.
5. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. Изд-во «Лань», 2006. — 664 с.
6. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров. — М.: МЭИ, 2003. — 595 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Пантина И.В., Синчуков А.В. Вычислительная математика: учебник, — М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17012>
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 - 2 издание. -М.: Высшая школа, 1990 г.
4. Поршнева С. В. Вычислительная математика: учебное пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004 г.
5. Петров И. Б., Лобанов А. И. Лекции по вычислительной математике: учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 г.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия проводятся в поточных аудиториях университета.

Для проведения лабораторных занятий могут использоваться компьютерные классы, оснащённые компьютерами с установленными программными продуктами:

- операционная система Microsoft Windows;
- пакет программ Microsoft Office;
- одной или несколькими средами программирования: FreePascal; Code::Blocks, интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Численные методы».

Дисциплина «Численные методы» изучается на втором курсе в рамках подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия».

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 защиты лабораторных работ, устного опроса. Формой итогового контроля является дифференцированный зачет.

Для допуска к зачету требуется сдача всех лабораторных работ и ИДЗ. 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.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Бахвалов Н.С. Численные методы: учебное пособие. / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков / 3-е изд. — М, Бином, 2004, — 636с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — М: Высшая школа, 2003. — 190с.
3. Волков Е.А. Численные методы: учебное пособие. — СПб: Лань, 2008. — 248с.
4. Формалев В.Ф. Численные методы: учебное пособие / В.Ф. Формалев, Д.Л. Резников. — М.: Физматлит, 2004. — 398с.
5. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. Изд-во «Лань», 2006. — 664 с.
6. Тарасов В.Н. Численные методы. Теория, алгоритмы, программы: учебное пособие / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 266 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71903.html>
7. Зенков А.В. Численные методы: учебное пособие / А.В. Зенков. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 124 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68315.html>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Пантина И.В., Синчуков А.В. Вычислительная математика: учебник, — М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17012>
2. Поршнева С. В. Вычислительная математика: учебное пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004 г.
3. Петров И. Б., Лобанов А. И. Лекции по вычислительной математике: учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 г.
4. Крахоткина Е.В. Численные методы в научных расчетах [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 162 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62884.html>
5. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 72 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html>

**Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена
на 2016 / 2017 учебный год**

Протокол № 10 заседания кафедры от « 9 » 06 2016 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

**Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена
на 2017 / 2018 учебный год**

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

**Рабочая программа и ГРС с изменениями,
дополнениями утверждена на 2018 / 2019 учебный год**

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

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

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 20 20 /20 21 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № 8 заседания кафедры от « 21 » 04 20 20 г.

Заведующий кафедрой _____ (Поляков В.М.)
подпись, ФИО

Директор института _____ (Белоусов А.В.)
подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть

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

Полешков В.М.

Директор института _____

подпись, ФИО

Белюсов А.В.

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть