

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Проректор по УМР и К

Бамбаева Н.Я.

« ____ » _____ 2011г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б 2, В9-Вычислительная математика

	<i>шифр и название дисциплины</i>	
Направление подготовки	<i>230100 – Информатика и вычислительная техника</i>	
Квалификация (степень)	<i>БАКАЛАВР</i>	
Профиль подготовки	<i>230100</i>	
Факультет	<i>ФПМВТ</i>	
Кафедра	<i>Высшей математики</i>	
Курс обучения	<i>2</i>	
Форма обучения	<i>очная</i>	
Общий объем учебных часов на дисциплину	<i>144</i>	<i>час. 4 з.е.</i>
Семестр	<i>4</i>	<i>сем.</i>
Объем аудиторной нагрузки	<i>72</i>	<i>час.</i>
Лекции	<i>26</i>	<i>час.</i>
Практические занятия	<i>26</i>	<i>час.</i>
Лабораторные работы	<i>20</i>	<i>час.</i>
Курсовой проект	<i>-</i>	
Зачет	<i>-</i>	<i>сем.</i>
Экзамен	<i>4</i>	<i>сем</i>
Объем самостоятельной работы студента	<i>72</i>	<i>час.</i>

Москва – 2012 г.

Рабочая программа составлена на основании Примерной учебной программы дисциплины **Вычислительная математика** в соответствии требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2009г. № 553 по направлению подготовки 230100«*Информатика и вычислительная техника*»(квалификация (степень) –«бакалавр»).

Рабочую программу составил

Проф.,д.т.н.

Самохин А.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры:

Протокол № _ от « » 2012 г.

Зав. кафедрой,к.ф.-м.н.,

доцент

Дементьев Ю.И.

(должность, степень,
звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

Рабочая программа одобрена методическим советом по направлению

230100«Информатика и вычислительная техника»

(шифр, наименование)

Протокол № _____ от « »2012 г.

Председатель

методического совета

Соломенцев В.В.

д.т.н, проф.

(должность, степень,
звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ, к.э.н., доц.

Борзова А.С.

(должность, степень, звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) **Вычислительная математика** является развитие способностей к логическому и алгоритмическому мышлению, обучение основным математическим понятиям и методам, необходимым для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений практических задач, методам обработки и анализа результатов численных и натуральных экспериментов.

Цель преподавания прикладных разделов дисциплины состоит в том, чтобы, используя теорию и методы научного познания овладеть основными понятиями, определениями и методами принятия решений, необходимым при решении задач оптимизации, возникающих во всех областях человеческой деятельности, математическим методам организации транспортного процесса, в частности - при планировании и управлении процессами перевозок и организации авиаперевозок.

При этом решаются следующие задачи:

- ознакомить с основными понятиями и методами вычислительной математики и их реализации в среде распространенных программных пакетов;
- раскрыть роль и значение численных методов оптимизации при решении прикладных инженерных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **Вычислительная математика** относится к учебным дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы (далее — ООП) направления подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника» (квалификация (степень) – «бакалавр»).

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными предшествующими разделами математического цикла- математическим анализом и алгеброй..

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки используются при изучении дисциплин профессионального цикла ООП.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

А) общекультурных (ОК)

- владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК – 1)
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности, применять методы математической логики теория алгоритмов и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОК - 10).

Б) профессиональных (П К)

- осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (ПК-2)
- обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК – б)
- готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (П К – 7)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия и методы вычислительной математики;
- методику математического исследования прикладных задач.

Уметь:

- при решении задач выбирать и использовать необходимые вычислительные методы в зависимости от поставленной задачи;
- оценивать точность получаемых численными методами результатов, ее связь с надежностью исходных данных.

Владеть:

- навыками составления оптимизационных моделей;
- численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений;
- навыками работы с программными математическими пакетами Maple, MathCad для численных и символических вычислений при решении практических задач.

4. Структура и содержание дисциплины *Вычислительная математика*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				Л	ПР	Лаб	СРС	
1.	РАЗДЕЛ 1. Погрешности и решение уравнений	4	1-3	4	4	4	6	Защита лабораторной работы №1
2.	Тема 1.1. Виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значение цифры, верные в широком и узком смысле. Погрешность суммы, разности, произведения, частного	4	1	2	2		2	
3.	Тема 1.2. Решение уравнений: графические методы, метод простых итераций. Методы хорд и касательных	4	2-3	2	2	4	4	Защита лабораторной работы №1
4.	РАЗДЕЛ 2. Численные методы линейной алгебры и линейное программирование.	4	4-11	14	14	8	18	Защита лабораторной работы № 2 Рубежный контроль знаний №1
5.	Тема 2.1 .Нормы. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.	4	4	2	2		2	
6.	Тема 2.2. Решение системы линейных уравнений методами Гаусса и обратной матрицы.	4	5	2	2		2	
7.	Тема 2.3. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.	4	6-7	2	2	4	4	Защита лабораторных работ № 2 и 3 Рубежный контроль знаний №1
8.	Тема 2.4. Основные понятия линейного программирования. Графический метод.	4	8	2	2		2	
9.	Тема 2.5. Опорный план, базисные и свободные переменные. Симплекс-метод	4	9	2	2		2	
10.	Тема 2.6. Транспортная задача линейного программирования	4	10	2	2		2	

11.	Тема 2.7. Двойственная задача линейного программирования	4	11-12	2	2	4	4	Защита лабораторной работы № 3
12.	РАЗДЕЛ 3. Нелинейная оптимизация.	4	13-17	8	8	8	12	
13.	Тема 3.1. Экстремум функции многих переменных. Методы спуска. Шаги по оврагу	4	13	2	2		2	
14.	Тема 3.2. Условный экстремум. Множители Лагранжа. Наибольшее/наименьшее значение функции в замкнутой области	4	14	2	2		2	
15.	Экстремум функции многих переменных.	4	15			4	4	Защита лабораторной работы №4 Рубежный контроль знаний №2
16.	Тема 3.3. Многокритериальные задачи на экстремум. Расплывчатые цели и расплывчатые множества	4	16	2	2		2	Защита КДЗ-3
17.	Тема 3.4. Численное решение дифференциальных уравнений.	4	17	2	2	4	2	Защита лабораторной работы №5
18.	ИТОГО			26	26	20	36	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций

Разделы дисциплины, темы(наименования)	Количество часов	Компетенции					Σ общее количество компетенций
		ОК -1	ОК - 10	ПК - 2	ПК - 6	ПК - 7	
РАЗДЕЛ 1. Погрешности решение уравнений	18	+	+	+	+	+	2
Тема 1.1. Виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры, верные в широком и узком смысле. Погрешность суммы, разности, произведения, частного.	6	+					1
Тема 1.2. Решение уравнений: графические методы, метод простых итераций. Методы	12	+		+	+	+	4

хорд и касательных.							
РАЗДЕЛ 2. Численные методы линейной алгебры и линейное программирование .	54	+	+	+	+	+	5
Тема 2.1 .Нормы. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.	6	+					1
Тема 2.2. Решение системы линейных уравнений методами Гаусса и обратной матрицы.	6	+					1
Тема 2.3.Итерационные методы решения систем линейных уравнений.	12	+	+	+	+	+	5
Тема 2.4. Основные понятия линейного программирования. Графический метод.	6	+					1
Тема 2.5. Опорный план, базисные и свободные переменные. Симплекс-метод	6	+					1
Тема 2.6. Транспортная задача линейного программирования	6	+	+				2
Тема 2.7. Двойственная задача линейного программирования	12	+		+	+	+	4
РАЗДЕЛ 3. Нелинейная оптимизация.	36	+	+	+	+	+	5
Тема 3.1. Экстремум функции многих переменных. Методы спуска. Шаги по оврагу	6	+					1
Тема 3.2. Условный экстремум. Множители Лагранжа. Наибольшее/наименьшее значение функции в замкнутой области	6	+					1
Экстремум функции многих переменных.	8			+	+	+	3
Тема 3.3. Многокритериальные задачи на экстремум. Расплывчатые цели и расплывчатые множества	6	+	+				2
Тема 3.4. Численное решение дифференциальных уравнений.	10	+	+	+	+	+	5
ИТОГО	108						

Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. Погрешности и решение уравнений(4 часа)

Лекция 1.1. Виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры, верные в широком и узком смысле. Погрешность суммы, разности, произведения, частного. ([1], [2]).

Лекция 1.2 Решение уравнений: графические методы, метод простых итераций. Методы хорд и касательных. ([1], [2],[5]).

РАЗДЕЛ 2. Численные методы линейной алгебры и линейное программирование. (14 часов)

Лекция 2.1. Нормы. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений. ([1], [2]).

Лекция 2.2. Решение системы линейных уравнений методами Гаусса и обратной матрицы. ([1], [2],[3]).

Лекция 2.3.Итерационные методы решения систем линейных уравнений.([1], [2],[5]).

Лекция 2.4. Основные понятия линейного программирования. Графический метод. ([1], [3],[5]).

Лекция 2.5. Опорный план, базисные и свободные переменные. Симплекс-метод.([1],[5]).

Лекция 2.6. Транспортная задача линейного программирования.([1], [2],[5]).

Лекция 2.7. Двойственная задача линейного программирования. ([1], [4],[5]).

РАЗДЕЛ 3.Нелинейная оптимизация. (8 часов)

Лекция 3.1Экстремум функции многих переменных. Методы спуска. Шаги по оврагу. ([1], [2]).

Лекция 3.2. Условный экстремум. Множители Лагранжа. Наибольшее/наименьшее значение функции в замкнутой области.([1],[3]).

Лекция 3.3. Многокритериальные задачи. Расплывчатые цели и расплывчатые множества. ([1], [4]).

Лекция 3.4.Численное решение дифференциальных уравнений. ([1], [4],[5]).

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

	Тема	Объем в часах
ПЗ-1	Приближенные вычисления.	2
ПЗ-2	Решение нелинейных уравнений.	2
ПЗ-3	Погрешности решения систем линейных уравнений.	2
ПЗ-4	Решение системы линейных уравнений методами Гаусса и обратной матрицы.	2

ПЗ-5	Итерационные методы решения систем линейных уравнений.	2
ПЗ-6	Задача линейного программирования. Графический метод.	2
ПЗ-7	Опорный план, базисные и свободные переменные. Симплекс-метод.	2
ПЗ-8	Транспортная задача линейного программирования.	2
ПЗ-9	Приложения линейного программирования.	2
ПЗ-10	Экстремум функции многих переменных. Методы спуска.	2
ПЗ-11	Условный экстремум. Множители Лагранжа. Наибольшее/наименьшее значение функции в замкнутой области.	2
ПЗ-12	Многокритериальные задачи. Расплывчатые цели и расплывчатые множества.	2
ПЗ-13	Численное решение дифференциальных уравнений. Особые точки динамических систем	2

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

	Тема	Объем в часах
ЛР-1	Решение нелинейных уравнений одной переменной с параметром. Визуализация на компьютере.	4
ЛР-2	Решение задач линейной алгебры программирования с помощью пакета Maple/MathCad в компьютерном классе	4
ЛР-3	Решение задач линейного программирования с помощью пакета Maple/MathCad в компьютерном классе	4
ЛР-4	Решение задач нелинейного программирования с помощью пакета Maple/MathCad в компьютерном классе	4
ЛР-5	Численное решение динамических систем на плоскости программирования с помощью пакета Maple/MathCad в компьютерном классе.	4

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «*Вычислительная математика*» используются как классические формы и методы обучения (лекции), так и активные методы обучения (лабораторные занятия в компьютерном классе, интерактивное использование компьютера в процессе выполнения и оформления индивидуальных заданий).

При проведении лекционных занятий по дисциплине «*Вычислительная математика*» преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Университета.

При выполнении индивидуальных домашних заданий рекомендуется использование персональных компьютеров при необходимости — с привлечением Интернет-ресурсов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ ГА.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ (тестирование);
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) - работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

Рубежная аттестация студентов производится по окончании дисциплины или ее раздела в следующих формах:

- тестирование;
- контрольные работы;
- защита лабораторных работ (тестирование)
- рубежный контроль знаний (блок).

Тематика рубежного контроля знаний.

РКЗ/Блок №1

1. Примеры точных и приближённых чисел. Погрешность и предельная абсолютная погрешность.
2. Свойства абсолютной погрешности.
3. Свойства относительной погрешности.
4. Связь количества верных знаков числа и относительной погрешности.
5. Докажите, что абсолютная погрешность вычисления натурального логарифма числа равна относительной погрешности этой величины.
6. Докажите, что относительная погрешность $\sin(x)$ и $\cos(x)$ не превосходит относительной погрешности аргумента.
7. Метод бисекций для нахождения корней.
8. Метод хорд для нахождения корней.
9. Метод касательных для нахождения корней.
10. Комбинированный метод хорд и касательных для нахождения корней.
11. Метод простых итераций для нахождения корней.

РКЗ/Блок №2

1. Методы решения систем линейных уравнений (перечисление)
2. Зачем выбирают главный элемент в методе Гаусса?
3. Понятие обусловленности систем линейных уравнений.
4. Нормы в пространстве матриц.
5. Метод простых итераций для систем линейных уравнений.
6. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.

7. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.
8. Двойственная задача ЛП. Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП.
9. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов.

Тематика индивидуальных контрольных домашних заданий

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания по дисциплине, включены в состав ЭУМК дисциплины. Здесь приведены образцы задач по темам.

Тема 1: Решение нелинейных уравнений

Решить уравнение

$$ax^5 + bx^3 + cx + d = 0$$

методами биссекций, хорд, касательных, комбинированным методом и методом итераций с точностью 0.005.

Сравнить скорость сходимости к решению.

Этапы решения проиллюстрировать графически (рекомендуется компьютерное представление графики в среде Maple/MathCad).

Тема 2: Задачи линейного программирования

1. Задача о планировании выпуска продукции при ограниченных ресурсах

Нефтеперерабатывающий завод производит за месяц 1 500 000 л алкилата, 1 200 000 л крекинг-бензина и 1 300 000 л изопентола. В результате смешивания этих компонентов в пропорциях 1:1:1 и 3:1:2 получается бензин сорта А и Б соответственно. Стоимость 1000 л бензина сорта А и Б соответственно равна 90 ед. и 120 ед.

Определить месячный план производства бензина сорта А и Б, максимизирующий стоимость выпущенной продукции.

2. Матричная транспортная задача

В области имеются два цементных завода и три потребителя их продукции - домостроительных комбината. В таблице указаны суточные объемы производства цемента, суточные потребности в нем комбинатов и стоимость перевозки 1 т цемента от каждого завода к каждому комбинату.

Заводы	Производство цемента (т/сут)	Стоимость перевозки 1 т цемента (ед.)		
		Комбинат 1	Комбинат 2	Комбинат 3
1	40	10	15	25
2	60	20	30	30

Потребности в цементе (т/сут)	50	20	30
----------------------------------	----	----	----

Тема 3: Задачи нелинейного программирования и оптимизации

Задача 1. Дана функция $F(x, y)$. Методом градиентного спуска найти её минимум и максимум с точностью 0.01. В качестве начальной точки взять $x_0 = 0, y_0 = 0$.

Варианты:

$$F(x, y) = ax^2 + bx + cy^2 + dy + e \cdot xy$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	0	1	2	1	2	1	2	0	3	2
b	1	0	3	2	1	1	0	2	0	-1
c	2	-2	0	3	-3	0	-1	2	1	0
d	-3	3	1	0	0	1	-3	1	-1	2
e	2	1	-2	-1	-2	1	2	2	2	3

Задача 2. Найти минимум и максимум функции

$$F(x, y) = x^2 + \sin(x - 1 + 0.1n \cdot y)e^{-1.1n \cdot x^2 - 2y^2}$$

при условии $(x - 0.1n)^2 + y^2 = (1.1n)^2$ для нечетного n и $(x - 0.1n)^2 + y^2 = 1$ для четного (n – последняя цифра в номере студенческого билета)

Контроль по результатам 4 семестра по дисциплине «Вычислительная математика» проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач).

Экзаменационные вопросы по курсу «Вычислительная математика»

1. Примеры точных и приближённых чисел. Погрешность и предельная абсолютная погрешность.
2. Свойства абсолютной погрешности.
3. Свойства относительной погрешности.
4. Связь количества верных знаков числа и относительной погрешности.
5. Докажите, что абсолютная погрешность вычисления натурального логарифма числа равна относительной погрешности этой величины.
6. Докажите, что относительная погрешность $\sin(x)$ и $\cos(x)$ не превосходит относительной погрешности аргумента.
7. Метод бисекций для нахождения корней.
8. Метод хорд для нахождения корней.
9. Метод касательных для нахождения корней.
10. Комбинированный метод хорд и касательных для нахождения корней.
11. Метод простых итераций для нахождения корней.
12. Методы решения систем линейных уравнений.
13. Зачем выбирают главный элемент в методе Гаусса?
14. Понятие обусловленности систем линейных уравнений.
15. Нормы в пространстве матриц.
16. Метод простых итераций для систем линейных уравнений.

17. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.
18. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.
19. Двойственная задача ЛП. Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП.
20. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов.
21. Задачи оптимизации (аналитическое решение).
22. Сравнения методов градиентного и координатного спуска.
23. Шаги по оврагу.
24. Метод итераций для систем нелинейных уравнений.
25. Условный экстремум. Множители Лагранжа.
26. Наибольшее/наименьшее значение функции в замкнутой области.
27. Методы оптимизации для многокритериальных задач
28. Расплывчатые цели и расплывчатые множества.
29. Численное решение дифференциальных уравнений.
30. Особые точки динамических систем на плоскости.

Самостоятельная работа

студентов по дисциплине «**Вычислительная математика**» способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам естественных научных и инженерных дисциплин, ориентирует студента на умение применять полученные теоретических знаний на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к практическим и лабораторным работам;
- выполнение индивидуальных контрольных домашних заданий;
- подготовка к экзамену.

Распределение баллов по видам форм самостоятельной работы приведено в таблице.

Форма самостоятельной работы студента	4 семестр
Повторение лекций, час.	12
Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, час.	12
Подготовка к практическим занятиям и выполнение домашнего задания, час.	12
Подготовка к экзамену, час./з.е.	36/1
<i>ИТОГО часов СРС</i>	72

Рейтинговая оценка по дисциплине «Вычислительная математика» включает теоретическую (экзамен) часть курса, практические занятия, лабораторный практикум и ОргСРС. В таблице 2 приведено распределение баллов по видам занятий.

Таблица

№	Вид занятий	Минимум	Максимум
1	Лекционный курс	8	12
2	Практические занятия	12	16
3	Лабораторный практикум	12	20
4	ОргСРС (семестровая работа)	18	22
6	Экзамен	10	30
	<i>ИТОГО</i>	60	100

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Перечень рекомендуемой учебной и учебно-методической литературы по дисциплине «Вычислительная математика»

Основная.

1. Пирумов У.Г. Численные методы. – М : Дрофа, 2006.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. - М.:Наука, 2004.

Дополнительная.

3. Волков Е.А. Численные методы. - М.: Наука, 2007.
4. Монастырский П.И. Сборник задач по методам вычислений. - М.: Наука, 2004.

Учебно-методическая литература.

5. Плис А.И., Сливина Н.А. MathCad 2010. Математический практикум для инженеров и экономистов: Учебное пособие. –М. Финансы и статистика, 2004.

Интернет-ресурсы:базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

6. электронно-библиотечная система учебной литературы МГТУ ГА (обеспечивает возможность индивидуального доступа каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет);
7. база научно-технической информации ВИНТИ РАН

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Вычислительная математика» используются:

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов, видеороликов
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

3. Лабораторные работы:

- компьютерный класс, оснащенный 12 персональными компьютерами с ОС Windows/ Linux и пакетами Maple и MathCad,
- шаблоны отчетов по лабораторным работам.

4. Средства обеспечения освоения дисциплины:

- Компьютерные программы: Maple и MathCad,
- Интернет – ресурсы: <http://www.maplesoft.com/applications/>