

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.  
“26” июня 2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000155159)**  
**Математика. Численные методы**

*(указывается наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)

Форма обучения очная

*(очно, очно-заочное, заочное)*

Выпускающая кафедра ТАОМ

Обеспечивающая кафедра МСиИТ

Кафедра-разработчик рабочей программы 812

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточного контроля
4	3	108	26	24	0	0	58	0	Зо
<b>Итого</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	

Москва  
2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

### Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

---

Авторы программы:

Костиков Ю.

---

Кудрина Т.

---

Романенков А.

---

Селиванов Ю.

---

Заведующий обеспечивающей кафедрой

---

МСиИТ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТАОМ

Директор выпускающего филиала

---

---

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Математика. Численные методы является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПК-1)	Знать методы анализа исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
2	З-1(ОПК-2)	Знать адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики на уровне основных формулировок
3	У-1(ОПК-3)	Уметь использовать современные образовательные и информационные технологии для уточнения информации о предмете профессиональной деятельности
4	З-1(ОПК-4)	Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики
5	У-1(ОПК-4)	Уметь использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач
6	В-1(ОПК-4)	Владеть способностью использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач
7	З-1(ОПК-5)	Знать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПК-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
2	ОПК-2	Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики на уровне основных формулировок
3	ОПК-3	Способность приобретать новые знания в области естественных наук и математики, используя современные образовательные и информационные технологии для уточнения информации о предмете профессиональной деятельности
4	ОПК-4	Способность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач технологического обеспечения, обслуживания
5	ОПК-5	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения типовых задач технологического обеспечения, обслуживания и т.п.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Математика. Численные методы является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика	Системы автоматизированного проектирования
2	Учебная практика 1	Организация баз данных (Программные

		средства управления данными)
3	Математика. Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Теория автоматического управления
4	Математика. Математический анализ	Автоматизация управления жизненным циклом продукции
5	Математика. Дифференциальные уравнения	Системы с ЧПУ
6	Общая химия 1	Электротехника и электроника 2
7	Физика	Программирование и алгоритмизация
8	Общая химия 2	Учебная практика 2
9		Преддипломная практика
10		Итоговая гос. аттестация
11		Электротехника и электроника 1
12		Моделирование систем и процессов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	КСР	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Численные методы (4 семестр)	Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	8	6	0	0	14	28	108
	Приближение функций многочленами	4	6	0	0	10	20	
	Численное дифференцирование и интегрирование	8	8	0	0	20	36	
	Численные методы решения дифференциальных уравнений	6	4	0	0	14	24	
<b>Всего</b>		<b>26</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

#### 3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

*В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.*

##### 1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем

###### 1.1. Лекции

- 1.1.1. Ошибки.
- 1.1.2. Представление ошибок.

- 1.1.3. Относительные и абсолютные ошибки.
- 1.1.4. Ошибки информации, ограничения и округления.
- 1.1.5. Выражения для абсолютных и относительных ошибок для арифметических операций.
- 1.1.6. Решение нелинейных уравнений.
- 1.1.7. Корень уравнения.
- 1.1.8. Простые и кратные корни.
- 1.1.9. Геометрическая интерпретация корня уравнения.
- 1.1.10. Локализация корней.
- 1.1.11. Методы приближенного решения нелинейных уравнений.
- 1.1.12. Метод половинного деления.
- 1.1.13. Метод простой итерации.
- 1.1.14. Метод Ньютона, метод хорд.
- 1.1.15. Оценка погрешности решения.
- 1.1.16. Условия для выбора метода простой итерации и Зейделя при решении систем.
- 1.1.17. Условия сходимости.
- 1.1.18. Оценка погрешности.
- 1.1.19. Нахождение минимального по модулю собственного значения матрицы.

## **1.2. Практические занятия**

- 1.2.1. Методы приближенного решения нелинейных уравнений.
- 1.2.2. Относительные и абсолютные ошибки.
- 1.2.3. Происхождение ошибок.
- 1.2.4. Ошибки информации, ограничения и округления.
- 1.2.5. Выражения для абсолютных и относительных ошибок для арифметических операций.
- 1.2.6. Методы приближенного решения нелинейных уравнений: метод половинного деления, метод простой итерации.
- 1.2.7. Методы приближенного решения нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод хорд.
- 1.2.8. Техника применения метода Гаусса для решения линейных систем. Оценка погрешности решения.
- 1.2.9. Условия для выбора метода простой итерации и Зейделя при решении систем.
- 1.2.10. Условия сходимости.
- 1.2.11. Оценка погрешности метода простой итерации.
- 1.2.12. Оценка погрешности метода Зейделя.

## **2. Приближение функций многочленами**

### **2.1. Лекции**

- 2.1.1. Аппроксимация функций многочленами.
- 2.1.2. Многочлен Тейлора.
- 2.1.3. Интерполяционная формула Лагранжа.
- 2.1.4. Погрешность интерполяции.
- 2.1.5. Конечные и разделенные разности.
- 2.1.6. Интерполяционная формула Ньютона.
- 2.1.7. Интерполяция с равноотстоящими узлами.

### **2.2. Практические занятия**

- 2.2.1. Аппроксимация функций многочленами.
- 2.2.2. Многочлен Тейлора.
- 2.2.3. Интерполяционная формула Лагранжа.
- 2.2.4. Погрешность интерполяции.
- 2.2.5. Аппроксимация функций многочленами.
- 2.2.6. Интерполяционная формула Лагранжа.
- 2.2.7. Погрешность интерполяции.
- 2.2.8. Конечные и разделенные разности.
- 2.2.9. Интерполяционная формула Ньютона.
- 2.2.10. Интерполяция с равноотстоящими узлами.

## **3. Численное дифференцирование и интегрирование**

### **3.1. Лекции**

- 3.1.1. Производная, ее геометрический смысл.
- 3.1.2. Простейшие формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральная разностные производные.
- 3.1.3. Вычисление второй производной.
- 3.1.4. Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул.
- 3.1.5. Численное интегрирование.
- 3.1.6. Квадратурные формулы.
- 3.1.7. Погрешность квадратурной формулы.
- 3.1.8. Формулы прямоугольников.
- 3.1.9. Формулы трапеций и Симпсона.
- 3.1.10. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.
- 3.1.11. Правило Рунге оценки погрешности.

- 3.1.12. Уточнение по Ричардсону.

### **3.2. Практические занятия**

- 3.2.1. Простейшие формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральная разностные производные.
- 3.2.2. Вычисление второй производной.
- 3.2.3. Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул.
- 3.2.4. Квадратурные формулы.
- 3.2.5. Погрешность квадратурной формулы.
- 3.2.6. Формулы прямоугольников.
- 3.2.7. Формулы трапеций и Симпсона.
- 3.2.8. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.
- 3.2.9. Правило Рунге оценки погрешности.
- 3.2.10. Уточнение по Ричардсону.

## **4. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

### **4.1. Лекции**

- 4.1.1. Условия существования частного решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка в виде степенного ряда.
- 4.1.2. Примеры использования рядов для поиска частного решения.
- 4.1.3. Обзор численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.
- 4.1.4. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
- 4.1.5. Сетка.
- 4.1.6. Сеточная функция.
- 4.1.7. Методы Рунге-Кутты.
- 4.1.8. Оценка погрешности решения.
- 4.1.9. Разностный метод решения краевой задачи для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка.
- 4.1.10. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.
- 4.1.11. Аппроксимация краевых условий различных типов.
- 4.1.12. Метод наименьших квадратов.
- 4.1.13. Линейная и квадратичная функциональные зависимости.
- 4.1.14. Случай показательной функции.

### **4.2. Практические занятия**

- 4.2.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.

- 4.2.2. Сеточная функция.
- 4.2.3. Методы Рунге-Кутты.
- 4.2.4. Оценка погрешности решения.
- 4.2.5. Разностный метод решения краевой задачи для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка.
- 4.2.6. Метод наименьших квадратов.
- 4.2.7. Линейная и квадратичная функциональные зависимости.
- 4.2.8. Случай показательной функции.

### 3.2. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Ошибки, ограничения и округления. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней.	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5
2	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Решение нелинейных уравнений.	1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10
3	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Методы приближенного решения линейных и нелинейных уравнений. Методы решения задач на собственные значения.	1.1.11, 1.1.12, 1.1.13, 1.1.14, 1.1.15, 1.1.16
4	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Условия сходимости.	1.1.17, 1.1.18, 1.1.19
5	1.2. Приближение функций многочленами	2	Аппроксимация функций многочленами Тейлора и Лагранжа.	2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5
6	1.2. Приближение функций многочленами	2	Интерполяционная формула Ньютона.	2.1.6, 2.1.7
7	1.3. Численное дифференцирование и интегрирование	2	Простейшие формулы численного дифференцирования. Вычисление второй производной.	3.1.1, 3.1.2
8	1.3. Численное дифференцирование и интегрирование	2	Вычисление второй производной.	3.1.3, 3.1.4
9	1.3. Численное дифференцирование и интегрирование	2	Численное интегрирование. Квадратурные формулы.	3.1.5, 3.1.6
10	1.3. Численное дифференцирование и интегрирование	2	Оценка погрешностей.	3.1.7, 3.1.8, 3.1.9, 3.1.10, 3.1.11,



				3.1.12
11	1.4.Численные методы решения дифференциальных уравнений	2	Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов.	4.1.1, 4.1.2, 4.1.3
12	1.4.Численные методы решения дифференциальных уравнений	2	Численные методы решения дифференциальных уравнений.	4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11
13	1.4.Численные методы решения дифференциальных уравнений	2	Метод наименьших квадратов.	4.1.12, 4.1.13, 4.1.14
<b>Итого:</b>		<b>26</b>		

### 3.3.Содержание лекций.

#### 1.1.1. Ошибки, ограничения и округления. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней. (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Ошибки, ограничения и округления. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней.

#### 1.1.2. Решение нелинейных уравнений. (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Решение нелинейных уравнений. Корни уравнения.

#### 1.1.3. Методы приближенного решения линейных и нелинейных уравнений. Методы решения задач на собственные значения. (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Методы приближенного решения линейных и нелинейных уравнений. Методы решения задач на собственные значения. Оценка погрешности решения.

#### 1.1.4. Условия сходимости. (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Условия сходимости. Нахождение минимального по модулю собственного значения матрицы.

#### **1.2.1. Аппроксимация функций многочленами Тейлора и Лагранжа. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Аппроксимация функций многочленами Тейлора и Лагранжа. Погрешность интерполяции. Конечные и разделенные разности.

#### **1.2.2. Интерполяционная формула Ньютона. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Интерполяционная формула Ньютона. Интерполяция с равноотстоящими узлами.

#### **1.3.1. Простейшие формулы численного дифференцирования. Вычисление второй производной. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Производная, ее геометрический смысл. Простейшие формулы численного дифференцирования. Вычисление второй производной.

#### **1.3.2. Вычисление второй производной. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Вычисление второй производной. Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул.

#### **1.3.3. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Численное интегрирование. Квадратурные формулы.

#### **1.3.4. Оценка погрешностей. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Оценка погрешностей.

#### **1.4.1. Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Условия существования частного решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка в виде степенного ряда. Примеры использования рядов для поиска частного решения. Обзор численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.

#### **1.4.2. Численные методы решения дифференциальных уравнений. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Численные методы решения дифференциальных уравнений. Численные методы решения краевой задачи для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка. Основные понятия теории разностных схем.

#### **1.4.4. Метод наименьших квадратов. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Метод наименьших квадратов. Линейная и квадратичная функциональные зависимости. Случай показательной функции.

### **3.4. Практические занятия**

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Методы приближенного решения нелинейных уравнений.	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4
2	1.1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем	2	Выражения для абсолютных и относительных ошибок для арифметических операций.	1.2.5, 1.2.6, 1.2.7
3	1.1. Численные методы	2	Техника применения метода Гаусса для решения линейных систем. Оценка погрешности решения.	1.2.8, 1.2.9,

	решения нелинейных уравнений и систем			1.2.10, 1.2.11, 1.2.12
4	1.2.Приближен ие функций многочленами	2	Аппроксимация функций многочленами.	2.2.1, 2.2.2
5	1.2.Приближен ие функций многочленами	2	Интерполяционная формула Лагранжа.	2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6
6	1.2.Приближен ие функций многочленами	2	Погрешность интерполяции.	2.2.7, 2.2.8, 2.2.9, 2.2.10
7	1.3.Численное дифференциро вание и интегрировани е	2	Простейшие формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральная разностные производные.	3.2.1, 3.2.2
8	1.3.Численное дифференциро вание и интегрировани е	2	Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул.	3.2.3, 3.2.4, 3.2.5
9	1.3.Численное дифференциро вание и интегрировани е	2	Квадратурные формулы.	3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7
10	1.3.Численное дифференциро вание и интегрировани е	2	Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.	3.2.8, 3.2.9, 3.2.10
11	1.4.Численные методы решения дифференциал ьных уравнений	2	Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.	4.2.1, 4.2.2, 4.2.3
12	1.4.Численные методы решения дифференциал ьных уравнений	2	Оценка погрешности решения. Линейная и квадратичная функциональные зависимости.	4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.2.8
<b>Итого:</b>		<b>24</b>		

### 3.5.Содержание практических занятий

**1.1.1. Методы приближенного решения нелинейных уравнений. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.1.2. Выражения для абсолютных и относительных ошибок для арифметических операций. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.1.3. Техника применения метода Гаусса для решения линейных систем. Оценка погрешности решения. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.2.1. Аппроксимация функций многочленами. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.2.2. Интерполяционная формула Лагранжа. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.2.3. Погрешность интерполяции. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.3.1. Простейшие формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральная разностные производные. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.3.2. Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.3.3. Квадратурные формулы. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.3.4. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.2. Оценка погрешности решения. Линейная и квадратичная функциональные зависимости. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**3.6.Лабораторные работы**

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем, часов	Дидакт. единицы
Ит ого :				

### **3.7.Содержание лабораторных работ**

### **3.8.Контроль самостоятельной работы (КСР)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема КСР
Итого:			

### **3.9.Содержание КСР**

### **3.10.Курсовые работы и проекты по дисциплине**

### **3.11.Промежуточная аттестация**

**1.**

**Прикрепленные файлы:** Зачет с оценкой (4 семестр).doc

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПК-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и	Знать методы анализа исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством Семестр - 4

		средств проектирования	
2	ОПК-2	Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики на уровне основных формулировок	<p>Лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки, ограничения и округления. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней..</li> <li>2. Методы приближенного решения линейных и нелинейных уравнений. Методы решения задач на собственные значения..</li> <li>3. Условия сходимости..</li> <li>4. Решение нелинейных уравнений..</li> <li>5. Аппроксимация функций многочленами Тейлора и Лагранжа..</li> <li>6. Интерполяционная формула Ньютона..</li> <li>7. Простейшие формулы численного дифференцирования. Вычисление второй производной..</li> <li>8. Численное интегрирование. Квадратурные формулы..</li> <li>9. Оценка погрешностей..</li> <li>10. Вычисление второй производной..</li> <li>11. Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов..</li> <li>12. Метод наименьших квадратов..</li> <li>13. Численные методы решения дифференциальных уравнений..</li> </ol>
3	ОПК-3	Способность приобретать новые знания в области естественных наук и математики, используя современные образовательные и информационные технологии для уточнения информации о предмете профессиональной деятельности	Семестр -
4	ОПК-4	Способность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач технологического обеспечения, обслуживания	<p>Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики</p> <p>Уметь использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач</p> <p>Владеть способностью использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач Семестр - 4</p>
5	ОПК-5	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения типовых задач технологического обеспечения, обслуживания и т.п.	Знать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности Семестр - 4

## Вопросы к промежуточной аттестации

### «Математика. Численные методы»

#### 1. Зачет с оценкой (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет с оценкой (4 семестр).doc

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ



а)основная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2015. - 240 с.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. В 2-х томах. Т. 1, 2. М., Интеграл-Пресс, 2014.
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А Корнев, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2016. - 352 с.
3. Вабищевич, П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум / П.Н. Вабищевич. - М.: Ленанд, 2016. - 320 с.
4. Ерохин, Б.Т. Численные методы: Учебное пособие / Б.Т. Ерохин. - СПб.: Лань КППТ, 2016. - 256 с.
5. Зализняк, В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений: Учебное пособие для бакалавров / В.Е. Зализняк. - М.: Юрайт, 2012. - 356 с.
6. Зализняк, В.Е. Численные методы. основы научных вычислений: Учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Е. Зализняк. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 356 с.
7. Зарипов, Р.С. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: Учебное пособие / Р.С. Зарипов, Е.Р. Валяева. - СПб.: Лань П, 2016. - 400 с.
8. Зорин, Л.Н. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab: Учебное пособие / Л.Н. Зорин. - СПб.: Лань, 2016. - 328 с.
9. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. - СПб.: ВHV, 2014. - 592 с.
10. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. - СПб.: Лань, 2015. - 448 с.
11. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. В 3-х т. Т. 2. Получисленные алгоритмы (методы) / Д.Э. Кнут. - М.: Вильямс, 2013. - 832 с.

б)дополнительная литература:

12. Козловский, В. Численные методы. Курс лекций: Учебное пособие / В. Козловский, Э. Козловская, Н. Савруков. - СПб.: Лань П, 2016. - 208 с.
13. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагарина. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
14. Косарев, В.П. Численные методы линейной алгебры: Учебное пособие / В.П. Косарев, Т.Т. Андрющенко. - СПб.: Лань П, 2016. - 496 с.
15. Левин, В.А. Нелинейная вычислительная механика прочности. Т.2 Численные методы / В.А. Левин. - М.: Физматлит, 2015. - 544 с.
16. Пирумов, У.Г. Численные методы: теория и практика: Учебное пособие для бакалавров / У.Г. Пирумов, В.Ю. Гидаспов, И.Э. Иванов. - М.: Юрайт, 2012. - 421 с.
17. Поршнев, С.В. Численные методы на базе Mathcad / С.В. Поршнев. - СПб.: BHV, 2012. - 464 с.
18. Самарский, А.А. Численные методы математической физики / А.А. Самарский, А.В. Гулин. - М.: Альянс, 2016. - 432 с.
19. Самарский, А.А. Численные методы решения задач конвекции-диффузии / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. - М.: КД Либроком, 2015. - 248 с.
20. Самарский, А.А. Численные методы решения обратных задач математической физики / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. - М.: ЛКИ, 2015. - 480 с.
21. Солодовников, А.С. Численные методы линейной алгебры: Учебное пособие / А.С. Солодовников. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 480 с.
22. Формалев, В.Ф. Теплоперенос в анизотропных твердых телах. Численные методы, тепловые волны, обратные задачи / В.Ф. Формалев. - М.: Физматлит, 2015. - 280 с.
23. Шахов, Ю.Н. Численные методы / Ю.Н. Шахов, Е.И. Деза. - М.: КД Либроком, 2012. - 248 с.
24. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры: Учебное пособие / Г.С. Шевцов. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 480 с.

25. Ширяев, В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации: Учебное пособие / В.И. Ширяев. - М.: Ленанд, 2015. - 216 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	<a href="http://elsau.ru">http://elsau.ru</a>
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт".	<a href="http://text.rucont.ru">http://text.rucont.ru</a>
<b>ООО "ИВИС"</b>	
ООО "ИВИС".	<a href="http://ivis.ru">http://ivis.ru</a>
<b>ООО "Интегратор авторского права"</b>	

ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	<a href="http://dvs.rsl.ru">http://dvs.rsl.ru</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	<a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>
База данных GreenFile компании EBSCO.	<a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a> .
<b>Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"</b>	
American Physical Society American Mathematical Society	<a href="http://publish.aps.org/">http://publish.aps.org/</a> <a href="http://www.ams.org/mathscinet/index.html">http://www.ams.org/mathscinet/index.html</a>
<b>ФГБУ "ГПНТБ России"</b>	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
База данных Scopus издательства Elsevier.	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД <a href="http://www.mathscinet.org/">MathSciNet via EBSCOhost</a> .	<a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a>
<b>РФФИ</b>	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	<a href="http://pubs.acs.org">http://pubs.acs.org</a> .

## 8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на

следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

MS Windows, MS Visual Studio

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

- 1.Компьютеризированная аудитория для лекций с проектором.
- 2.Набор виртуальных машин с программным обеспечением под дидактические единицы дисциплины.
- 3.Сервер виртуализации, обеспечивающий работу виртуальных машин.
- 4.Высокоскоростные каналы связи в локальной вычислительной сети.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина Математика. Численные методы является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) МСиИТ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-1 ,ОПК-2 ,ОПК-3 ,ОПК-4 ,ОПК-5.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: элементами теории погрешностей, численными методами решения задач линейной алгебры, численными методами решения нелинейных уравнений и систем уравнений, методами аппроксимации функций, численным дифференцированием и интегрированием, численными методами решения начальных и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем уравнений, основами численных методов решения дифференциальных уравнений с частными производными и интегральных уравнений

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (26 часов), практические (24 часов), лабораторные (0 часов) занятия и (58 часов) самостоятельной работы студента. Основными задачами преподавания дисциплины являются:

- 1) ознакомить студентов с основными математическими понятиями и методами раздела: численные методы; с формулировками и доказательством наиболее важных как с теоретической, так и с практической точки зрения теорем данного курса;
- 2) выработать у студентов навыки применения полученных теоретических знаний для решения прикладных задач;
- 3) научить решать основные типы задач по разделам дисциплины;
- 4) выработать умения анализировать полученные результаты, привить навыки самостоятельного изучения литературы по математике.

**Прикрепленные файлы**

**Зачет с оценкой (4 семестр).doc**

**Промежуточная аттестация №1**

Зачет (7 семестр)

**Семестр: 7**

**Вид контроля: Зч**

**Вопросы:**

1. Ошибки. Представление ошибок. Выражения для абсолютных и относительных ошибок для арифметических операций.
2. Решение нелинейных уравнений. Корень уравнения.
3. Локализация корней.
4. Метод половинного деления.
5. Метод простой итерации.
6. Метод Ньютона.
7. Метод хорд.
8. Метода Гаусса для решения линейных систем. Оценка погрешности решения.
9. Итерационный метод Гаусса – Зейделя.
10. Нахождение минимального по модулю собственного значения матрицы.
11. Аппроксимация функций многочленами. Многочлен Тейлора.
12. Интерполяционная формула Лагранжа. Погрешность интерполяции.
13. Конечные и разделенные разности. Интерполяционная формула Ньютона.
14. Интерполяция с равноотстоящими узлами.
15. Производная, ее геометрический смысл.
16. Простейшие формулы численного дифференцирования.

17. Вычисление второй производной.
18. Построение формул численного дифференцирования с использованием интерполяционных формул.
19. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Погрешность квадратурной формулы.
20. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников.
21. Численное интегрирование. Формулы трапеций.
22. Численное интегрирование. Формулы Симпсона.
23. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.
24. Правило Рунге оценки погрешности. Уточнение по Ричардсону.
25. Условия существования частного решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка в виде степенного ряда.
26. Численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.
27. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
28. Метод Эйлера и оценка его погрешности.
29. Методы Рунге – Кутты и оценка его погрешности.
30. Численные методы решения краевой задачи для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка.
31. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.
32. Аппроксимация краевых условий различных типов.
33. Метод наименьших квадратов.
34. Линейная и квадратичная функциональные зависимости. Случай показательной функции.