

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Криницин В.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ШИФР ЕН.Ф.01.02**

Специальность - 230101

Факультет прикладной математики и вычислительной техники

Кафедра высшей математики

Курс 1. Форма обучения дневная. Семестры 1, 2.

Общий объем учебных часов на дисциплину 340 часов.

Лекции 102 часа.

Практические занятия 86 часов.

Самостоятельная работа 152 часа.

Контрольные домашние задания – 1 семестр – 3; 2 семестр – 3.

Контрольные работы – 1 семестр – 3; 2 семестр – 3.

Зачет – 1 семестр.

Экзамены – 1 и 2 семестры.

Москва, 2007 год

Рабочая учебная программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности.

Рабочую учебную программу составил:

Дементьев Ю.И., доц., к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_

Рабочая учебная программа утверждена на заседании кафедры, 2 октября 2007 года, протокол № 3.

Заведующий кафедрой ВМ Самохин А.В., д.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая учебная программа одобрена Методическим советом по специальности 230101.

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2007 г.

Председатель Методического совета

проф., д.т.н. Соломенцев В.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ).

Начальник УМУ Логачев В.П., доц., к.т.н. \_\_\_\_\_

#### Учебный план

Семестр	Лекции	Лаб.раб.	Пр.зан.	Зачеты	Экзамены	Всего:
1	50	-	34	+	+	84
2	52	-	52	-	+	104
Всего:	102	-	86	1	2	188

## 1. Цель и задачи дисциплины.

### 1.1. Цель преподавания дисциплины.

Дать студентам теоретическую подготовку и практические навыки по математическому анализу для успешного усвоения фундаментальных, общетехнических и специальных дисциплин учебного плана. Развить математическую культуру и логическое мышление студентов, привить потребность теоретического обоснования различных явлений.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

1.2.1. Иметь представления о математическом анализе, теоретических основах, изучаемых в курсе математического анализа разделов, об их тесной взаимосвязи, об общности многих качественных и аналитических методов решения задач в различных разделах курса.

1.2.2. Знать основные понятия и методы математического анализа, способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естествознании и технике.

1.2.3. Уметь применять методы математического анализа к решению задач, проводить конкретные расчеты в рамках выполнения аудиторных и домашних заданий.

1.2.4. Иметь навыки употребления математической символики для выражения количественных и качественных соотношений объектов, теоретических рассуждений при доказательствах теорем, аналитического и численного решения основных задач, излагаемых в курсе математического анализа.

## ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР

Лекции - 50 час.

Практические занятия - 34 часа

Контрольные домашние задания – 3

Контрольные работы - 3

Зачет.

Экзамен.

### 2. Содержание дисциплины: наименование разделов, объем в часах. Содержание лекций, ссылки на литературу.

#### Раздел 1. Предел числовой последовательности. Предел функции.

*Непрерывность функции (14 час.)*

([1], гл. 1, 2, 3; [3], гл. 1, 2, 4; [4], гл. 1, 2).

ЛК 1.1. Введение в математику, её связь с окружающим миром.

Возникновение понятия числа и арифметических операций.

Числовые множества:  $N, Z, Q, R$ . Выполнимость арифметических операций. Верхние и нижние грани множеств.

ЛК 1.2. Числовая последовательность как отображение  $N \rightarrow R$ . Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Их свойства.

ЛК 1.3. Предел числовой последовательности. Свойства сходящихся последовательностей.

ЛК 1.4. Предел функции. Теоремы о пределах функции. Замечательные пределы.

ЛК 1.5. Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства функции, непрерывной на отрезке.

ЛК 1.6. Непрерывность основных элементарных функций. Графики основных элементарных функций.

ЛК 1.7. Классификация точек разрыва функции, асимптоты.

**Раздел 2.** *Дифференциальное исчисление функций одной переменной (18 час.)* ([1], т.1, гл. 4; [3], гл. 5, 6; [4], гл. 3).

- ЛК 2.1. Появление и применение производных в задачах естествознания. Попытки обоснования математики. Производная функции в точке; ее геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных основных элементарных функций.
- ЛК 2.2. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Функция, заданная параметрически, и ее производная. Функция, заданная неявно, и ее производная.
- ЛК 2.3. Дифференциал и его свойства. Инвариантность 1-го дифференциала. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.
- ЛК 2.4. Основные теоремы дифференциального исчисления функции одной переменной.
- ЛК 2.5. Правила Лопиталю вычисления пределов функций. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
- ЛК 2.6. Формула Тейлора. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора – Маклорена.
- ЛК 2.7. Исследование функции на возрастание и убывание с помощью производной. Точки экстремума функции. Необходимые и достаточные условия экстремума.
- ЛК 2.8. Выпуклость и вогнутость функции на интервале, точки перегиба. Необходимые и достаточные условия точки перегиба.
- ЛК 2.9. Исследования функций по высшим производным. Общая схема построения графиков функций.

**Раздел 3. Интегральное исчисление функции одной переменной (18 часов)**

([1], гл. 5, 6, 7; [3], гл. 7, 8; [5], гл. 1).

ЛК 3.1. Физические вопросы и задачи, приводящие к интегральному исчислению. Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов. Основные методы интегрирования: подведение под знак дифференциала, замена переменного, интегрирование по частям.

ЛК 3.2. Многочлены с действительными коэффициентами. Разложение дробей на простейшие. Интегрирование рациональных функции.

ЛК 3.3. Интегрирование иррациональных и трансцендентных функций.

ЛК 3.4. Интегрирование тригонометрических функций. Тригонометрические подстановки.

ЛК 3.5. Задачи, приводящие к возникновению определённого интеграла. Интегральные суммы. Определённый интеграл и его свойства.

ЛК 3.6. Определённый интеграл с переменным верхним пределом и его свойства. Формула Ньютона – Лейбница.

ЛК 3.7. Замена переменной в определённом интеграле. Формула интегрирования по частям в определённом интеграле.

ЛК 3.8. Геометрические и физические приложения определённых интегралов.

ЛК 3.9. Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования. Несобственные интегралы от неограниченных функций.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.**

В первом семестре 17 практических занятий по 2 часа каждое.

- ПР 1. Вычисление пределов числовых последовательностей.
- ПР 2. Вычисление пределов функций. Раскрытие различных типов неопределенностей.
- ПР 3. Исследование функций на непрерывность. Нахождение точек разрыва их типов.
- ПР 4. Контрольная работа по теме “Пределы” (1 час). Вычисление табличных производных (1 час).
- ПР 5. Вычисление производной сложной функции. Нахождение дифференциала функции, приближенных значений функции с помощью дифференциала.
- ПР 6. Дифференцирование функции, заданной в параметрическом виде, и функции, заданной неявно.
- ПР 7. Вычисление дифференциалов производных высших порядков.
- ПР 8. Разложение функций по формуле Тейлора. Применение правил Лопиталя к вычислению пределов функций.
- ПР 9. Построение графиков функций с помощью производных.
- ПР 10. Контрольная работа по теме “Производная”.
- ПР 11. Вычисление неопределённых интегралов методами подведения под знак дифференциала, замены переменной, интегрирования по частям.
- ПР 12. Интегрирование рациональных функций.
- ПР 13. Интегрирование иррациональных функций.
- ПР 14. Интегрирование тригонометрических функций.
- ПР 15. Контрольная работа по теме “Неопределённый интеграл”.

ПР 16. Вычисление определённых интегралов. Приложения определённых интегралов.

ПР 17. Вычисление несобственных интегралов.

### **ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ.**

Каждый студент в течение первого семестра выполняет 3 контрольных домашних задания по литературе [9], [10], [11].

КДЗ 1. Пределы. [9].

КДЗ 2. Производные и их приложения к исследованию графиков функций.  
[10].

КДЗ 3. Неопределённый и определённый интегралы. [11].



## ВТОРОЙ СЕМЕСТР

Лекции - 52 час.

Практические занятия - 52 час.

Контрольные домашние задания - 3.

Контрольные работы - 3

Экзамен.

### **Раздел 4.** *Функции нескольких переменных (12 часов).*

([1], гл. 8; [2], гл. 2, 3; [3], гл. 11, 12, 13)).

ЛК 4.1. Виды и применения уравнений математической физики. Тепловые и колебательные процессы, стационарность. Определение функции двух и нескольких переменных. Предел и непрерывность функции двух переменных.

ЛК 4.2. Частные производные. Полное приращение и дифференциал функции двух переменных. Производная неявной функции. Производная по направлению. Градиент.

ЛК 4.3. Экстремум функции двух переменных. Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных на замкнутом множестве.

ЛК 4.4. Определение и свойства двойного интеграла, сведение его к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.

ЛК 4.5. Приложения двойных интегралов.

ЛК 4.6. Криволинейный интеграл. Формула Грина. Независимость интеграла от пути интегрирования.

### **Раздел 5.** *Дифференциальные уравнения (12 часов).*

([2], гл. 1; [3], гл. 15; [5], гл. 2; [6]).

ЛК 5.1. Роль отечественных математиков в теории дифференциальных уравнений. Сущность и значимость асимптотических методов. Устойчивость. Основные понятия теории дифференциальных

уравнений. Теоремы существования и единственности задачи Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.

ЛК 5.2. Линейные уравнения и уравнения Бернулли. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающих понижение порядка.

ЛК 5.3. Общее линейное дифференциальное уравнение  $n$ -го порядка. Структура общего решения.

ЛК 5.4. Комплексная экспонента вещественного аргумента. Линейные однородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами: случай простых корней и случай кратных корней. Выделение вещественных решений.

ЛК 5.5. Неоднородные линейные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью – квазимногочленом: нерезонансный и резонансный случаи. Метод вариации произвольных постоянных.

ЛК 5.6. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

## **Раздел 6. Числовые и функциональные ряды (12 часов).**

([1], гл. 9; [2], гл. 4; [3], гл. 14; [7]; [8], гл. 1.).

ЛК 6.1. применение рядов в компьютерных вычислениях. Роль рядов в решении прикладных задач. Понятия числового ряда, сходимости числового ряда, остатка ряда. Критерий Коши сходимости ряда. Необходимый признак сходимости. Числовые ряды с положительными членами. Признаки сравнения.

ЛК 6.2. Достаточные признаки сходимости Даламбера и Коши. Интегральный признак сходимости. Знакопеременные ряды.

Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.  
Свойства абсолютно сходящихся рядов. Признак Лейбница.

ЛК 6.3. Функциональные ряды. Область сходимости функционального ряда. Поточечная и равномерная сходимости. Достаточный признак равномерной сходимости Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов.

ЛК 6.4. Степенные ряды. Область сходимости степенного ряда. Свойства сходящихся степенных рядов.

ЛК 6.5. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение основных элементарных функций в ряд Маклорена.

ЛК 6.6. Ряды Фурье. Разложение функции в тригонометрический ряд Фурье.

### **Раздел 7. Функции комплексного переменного.** (12 часов).

([2], гл. 6; [8], гл. 2).

ЛК 7.1. Возникновение комплексных чисел. Применение комплексных чисел в задачах аэромеханики. Поле комплексных чисел. Основные функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного аргумента.

ЛК 7.2. Дифференцирование функций комплексного переменного. Условия Коши – Римана. Интегрирование функций комплексного переменного. Интегральная формула Коши.

ЛК 7.3. Ряды Тейлора и Лорана для функций комплексного переменного. Разложение функций комплексного переменного в ряд Лорана.

ЛК 7.4. Нули функции комплексного переменного. Изолированные особые точки и их классификация. Вычеты функции.

ЛК 7.5. Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов по замкнутому контуру с помощью вычетов.

ЛК 7.6. Приложение теории вычетов к вычислению несобственных интегралов.

**Раздел 8.** *Операционное исчисление.* (4 часа). ([2], гл. 7; [8], гл. 3).

ЛК 8.1. Комплексные числа в задачах радиотехники. Преобразование Лапласа. Оригиналы и изображения. Свойства преобразования Лапласа.

ЛК 8.2. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения и системы дифференциальных уравнений методом операционного исчисления.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.**

Во втором семестре 26 практических занятий по 2 часа каждое.

ПР 1. Вычисление частных производных, градиента и производной по направлению функции нескольких переменных.

ПР 2. Нахождение экстремумов функции двух переменных.

ПР 3. Нахождение наибольшего и наименьшего значений функций на множестве.

ПР 4. Вычисление двойных интегралов в декартовых координатах.

ПР 5. Вычисление двойных интегралов в полярных координатах.

ПР 6. Приложения двойных интегралов.

ПР 7. Интегральные кривые. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения.

ПР 8. Линейные дифференциальные уравнения. Уравнения в полных дифференциалах.

ПР 9. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающих понижение порядка.

- ПР 10. Линейное однородное дифференциальное уравнение  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.
- ПР 11. Неоднородное линейное дифференциальное уравнение  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.
- ПР 12. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
- ПР 13. Контрольная работа по теме “Дифференциальные уравнения”.
- ПР 14. Сходимость числового ряда. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимый признак сходимости.
- ПР 15. Достаточные признаки сходимости знако-положительных рядов. Достаточный признак сходимости знако-чередующегося ряда.
- ПР 16. Поточечная и равномерная сходимости функционального ряда. Признак равномерной сходимости Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов.
- ПР 17. Область сходимости степенного ряда. Свойства степенных рядов. Разложение функции в степенной ряд.
- ПР 18. Ряды Фурье.
- ПР 19. Контрольная работа по теме “Ряды”.
- ПР 20. Операции над комплексными числами. Основные функции комплексного аргумента.
- ПР 21. Предел и производная функции комплексного аргумента. Условия Коши-Римана.
- ПР 22. Интеграл функции комплексного переменного. Интегральная формула Коши.
- ПР 23. Разложение функции комплексного переменного в ряд Лограна. Классификация особых точек. Вычисление вычетов.
- ПР 24. Преобразование Лапласа и его свойства.
- ПР 25. Приложения преобразования Лапласа.

ПР 26. Контрольная работа по темам “Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление”.

Каждый студент в течение второго семестра выполняет 3 контрольных домашних задания по литературе [6], [7], [12].

КДЗ 1. Дифференциальные уравнения. [6].

КДЗ 2. Числовые и функциональные ряды. [7].

КДЗ 3. Функции комплексного переменного. [12].

**Рекомендуемое разделение содержания дисциплины на блоки:**

Блоки	1 семестр	2 семестр
Блок 1	Раздел 1	Разделы 4, 5
Блок 2	Раздел 2	Раздел 6
Блок 3	Раздел 3	Разделы 7, 8

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.**

### **Основная.**

1. Бугров Я. С., Никольский С.М. Высшая математика. Т.2. Дифференциальное и интегральное исчисление, 2004.
2. Бугров Я. С., Никольский С.М. Высшая математика. Т.3. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного, 2004.

### **Дополнительная.**

3. Шипачёв В.С. Высшая математика. - М.: Высшая школа, 2007.

### **Учебно-методическая литература.**

4. Самохин А.В., Жулёва Л.Д., Шевелёва В.Н., Дементьев Ю.И. Сборник задач по высшей математике, часть 2. Пределы. Производные. Графики функций. - М.: РИО МГТУ ГА, 2003, № 536.
5. Жулёва Л.Д., Самохин А.В., Шевелёва В.Н., Дементьев Ю.И. Сборник задач по высшей математике, часть 4. Интегралы. Дифференциальные уравнения. - М.: РИО МГТУ ГА, 2005, № 1448.
6. Козлова В.С., Любимов В.М., Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М.: РИО МГТУ ГА, 2005, № 1382.
7. Любимов В.М., Жукова Е.А., Ухова В.А., Шуринов Ю.А. Математика. Ряды. - М.: РИО МГТУ ГА, 2007.
8. Жулёва Л.Д., Шевелёва В.Н., Дементьев Ю.И., Шуринов Ю.А. Сборник задач по высшей математике, часть 3. Ряды. Функции

- комплексного переменного. Операционное исчисление. - М.: РИО МГТУ ГА, 2000, №1461.
9. Бирюкова Л.С., Козлова В.С., Лёвина С.Н., Ухова В.А. Введение в математический анализ. - М.: РИО МГТУ ГА, 1996, № 1191.
  10. Жулёва Л.Д., Жукова Е.А., Самохин А.В. Производная и её приложения к исследованию функций. - М.: РИО МГТУ ГА, 1999, № 1444.
  11. Лёвина С.Н., Персонова Е.П., Козлова В.С., Неопределённый и определённый интегралы. - М.: РИО МГТУ ГА, 1994, № 989.
  12. Илларионова О.Г., Любимов В.М., Ухова В.А. Теория функций комплексного переменного, операционное исчисление. - М.: РИО МГТУ ГА, 1994, № 992.

**Рекомендуемые программные средства  
и компьютерные системы обучения  
и контроля знаний студентов.**

1. Контроль в форме тестовых заданий.
2. Контроль решения задач с помощью компьютерных программ Maple и MathCad.
3. Информация для студентов (электронные учебные пособия, варианты контрольных домашних заданий, вопросы к блокам, экзаменам, образцы задач рубежного контроля знаний и экзаменов) на сайте кафедры высшей математики [vm.mstuca.ru](http://vm.mstuca.ru).