

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Математика Б1.Б.5

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Аминова А.В.

**Рецензент(ы):**

Недопекин О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Аминова А.В. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики, Asya.Aminova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Математика" являются изучение теоретических основ дифференциального и интегрального исчисления. Современный научный работник или инженер должен в достаточной степени хорошо владеть как классическими, так и современными математическими методами исследования, которые могут применяться в его области. Для этого необходимо, прежде всего, иметь необходимые знания, уметь правильно обращаться с математическим аппаратом, в частности, методами математического анализа, знать границы допустимого использования рассматриваемой математической модели.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 1, 2, 3 семестры.

Дисциплина находится в программе 1-го, 2-го и 3-го семестров по профилю подготовки Б2. Математический и естественно-научный цикл, шифр Б.2.Б1. Для освоения дисциплины необходимы хорошие знания алгебры и геометрии в объеме средней школы. Дисциплина является одной из основных, необходима для изучения всех физических курсов и для успешной профессиональной деятельности.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способностью логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью применять математический аппарат, методы оптимизации, теории вероятностей, математической статистики, системного анализа для принятия решений
пк-17	способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы математического анализа и теории дифференциальных уравнений

2. должен уметь:

использовать знание теоретических основ математического анализа и дифференциальных уравнений при анализе различных функций, использовать теоретические понятия и практические методы при решении задач, возникающих в различных физических курсах

3. должен владеть:

Владеть основными понятиями теории функций одной и многих переменных, методами дифференцирования и интегрирования функций, методами решения дифференциальных уравнений, приемами работы с рядами и интегралами от функций многих переменных

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность применять теоретические основы математического анализа и теории дифференциальных уравнений при анализе различных функций, решении задач, возникающих в различных физических курсах

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных(ые) единиц(ы) 540 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в высшую математику.	1	1-2	4	6	0	устный опрос
2.	Тема 2. Предел последовательности.	1	3-4	4	6	0	устный опрос
3.	Тема 3. Предел функции. Непрерывность функции.	1	5-8	8	12	0	устный опрос
4.	Тема 4. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	1	9-13	10	15	0	устный опрос
5.	Тема 5. Интегральное исчисление функции одной переменной.	1	14-18	10	15	0	контрольная работа
6.	Тема 6. Дифференциальное исчисление функции многих переменных.	2		5	10	0	устный опрос
7.	Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.	2		5	10	0	устный опрос
8.	Тема 8. Теория поля.	2		4	8	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Числовые и функциональные ряды.	2		4	8	0	контрольная работа
10.	Тема 10. Гармонический анализ.	3		4	8	0	устный опрос
11.	Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.	3		5	10	0	устный опрос
12.	Тема 12. Линейные уравнения и системы.	3		5	10	0	устный опрос
13.	Тема 13. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.	3		4	8	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			72	126	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение в высшую математику.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Элементы теории множеств. Основные понятия и законы логики. Кванторы и их свойства. Элементарные операции над множествами. Произведение множеств. Множества натуральных, рациональных, вещественных и комплексных чисел. Функция, или отображение. Инъекция, сюръекция и биекция. Обратное отображение. Композиция отображений. Отношение порядка. Упорядоченное и вполне упорядоченное множество. Мажоранта. Максимум. Точная верхняя грань. Ограниченное множество. Монотонные функции. Возрастающие и убывающие функции.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Метод индукции (Д, I,  $\diamond 3$ ). Комбинаторика. (2 часа) Сложение, вычитание, умножение, деление и возведение в степень комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Нахождение модуля и аргумента комплексного числа. Формула Муавра. (2 часа) Извлечение корня из комплексного числа. (2 часа)

### Тема 2. Предел последовательности.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Числовая последовательность. Предел последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности. Фундаментальная последовательность. Число как предел последовательности. Свойства бесконечно малых последовательностей. Ограниченные и неограниченные последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Основные теоремы о пределах. Неопределенные выражения.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Теория пределов. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Арифметические свойства пределов. Переход к пределу в неравенствах. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.

### **Тема 3. Предел функции. Непрерывность функции.**

#### ***лекционное занятие (8 часа(ов)):***

Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность. Функция. Область ее определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Предел и непрерывность функции действительной переменной. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Замечательные пределы. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация. Сравнение функций.  $O$ -символика. Эквивалентные функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.

#### ***практическое занятие (12 часа(ов)):***

Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность. Функция. Область ее определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Предел и непрерывность функции действительной переменной. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Замечательные пределы. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация. Сравнение функций.  $O$ -символика. Эквивалентные функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.

### **Тема 4. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.**

#### ***лекционное занятие (10 часа(ов)):***

Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталя. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений. Условия монотонности функции. Экстремум функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.

#### ***практическое занятие (15 часа(ов)):***

Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталю. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений. Условия монотонности функции. Экстремум функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.

### **Тема 5. Интегральное исчисление функции одной переменной.**

#### **лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Интегральное исчисление функций одной переменной. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Табличные интегралы. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Многочлены. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определенный интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определенных интегралов. Геометрические и механические приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Понятие сингулярных интегралов.

#### **практическое занятие (15 часа(ов)):**

Интегральное исчисление функций одной переменной. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Табличные интегралы. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Многочлены. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определенный интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определенных интегралов. Геометрические и механические приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Понятие сингулярных интегралов.

### **Тема 6. Дифференциальное исчисление функции многих переменных.**

#### **лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Евклидово пространство  $n$ -измерений. Множества в  $n$ -мерном пространстве: открытые, замкнутые, ограниченные. Компактность. Функции многих переменных. Предел и непрерывность функции. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах. Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Отображения многомерных пространств. Непрерывные и дифференцируемые отображения. Функциональные определители. Условие независимости системы функций. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Теорема об обратном отображении. Экстремумы функций многих переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

#### **практическое занятие (10 часа(ов)):**

Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Евклидово пространство  $n$ -измерений. Множества в  $n$ -мерном пространстве: открытые, замкнутые, ограниченные. Компактность. Функции многих переменных. Предел и непрерывность функции. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах. Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Отображения многомерных пространств. Непрерывные и дифференцируемые отображения. Функциональные определители. Условие независимости системы функций. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Теорема об обратном отображении. Экстремумы функций многих переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

### **Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.**

#### ***лекционное занятие (5 часа(ов)):***

Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Понятие  $n$ -кратного интеграла. Замена переменных в кратных интегралах. Полярные, цилиндрические и сферические координаты. Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление. Поверхностные интегралы. Их свойства и вычисление. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.

#### ***практическое занятие (10 часа(ов)):***

Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Понятие  $n$ -кратного интеграла. Замена переменных в кратных интегралах. Полярные, цилиндрические и сферические координаты. Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление. Поверхностные интегралы. Их свойства и вычисление. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.

### **Тема 8. Теория поля.**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Теория поля. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Работа силового поля. Поток поля через поверхность. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Формула Стокса. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Нахождение потенциала. Соленоидальное поле, его свойства и строение. Поле ротора. Векторный потенциал.

#### ***практическое занятие (8 часа(ов)):***

Теория поля. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Работа силового поля. Поток поля через поверхность. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Формула Стокса. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Нахождение потенциала. Соленоидальное поле, его свойства и строение. Поле ротора. Векторный потенциал.

### **Тема 9. Числовые и функциональные ряды.**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Числовые и функциональные ряды. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия с рядами. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сходимости. Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимости. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов: почленное дифференцирование и интегрирование. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функций в степенные ряды. Приложение рядов.

#### ***практическое занятие (8 часа(ов)):***



Числовые и функциональные ряды. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия с рядами. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сходимости. Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимости. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов: почленное дифференцирование и интегрирование. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функций в степенные ряды. Приложение рядов.

### **Тема 10. Гармонический анализ.**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Гармонический анализ. Нормированные пространства, бесконечномерные евклидовы пространства. Сходимость по норме. Ортогональные и ортонормированные системы. Процесс ортогонализации. Ряды Фурье по ортогональным системам. Минимальное свойство частных сумм рядов Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля-Стеклова. Полнота и замкнутость системы. Тригонометрические ряды Фурье. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье.

#### ***практическое занятие (8 часа(ов)):***

Гармонический анализ. Нормированные пространства, бесконечномерные евклидовы пространства. Сходимость по норме. Ортогональные и ортонормированные системы. Процесс ортогонализации. Ряды Фурье по ортогональным системам. Минимальное свойство частных сумм рядов Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля-Стеклова. Полнота и замкнутость системы. Тригонометрические ряды Фурье. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье.

### **Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.**

#### ***лекционное занятие (5 часа(ов)):***

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка.

#### ***практическое занятие (10 часа(ов)):***

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка.

### **Тема 12. Линейные уравнения и системы.**

#### ***лекционное занятие (5 часа(ов)):***

Линейные уравнения и системы. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

#### ***практическое занятие (10 часа(ов)):***

Линейные уравнения и системы. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

### **Тема 13. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Автономные и неавтономные системы. Геометрический смысл решения. Фазовое пространство (плоскость), фазовая траектория и скорость. Точки покоя. Линеаризация в окрестности точки покоя. Теорема о линеаризации. Понятие устойчивости и асимптотической устойчивости по Ляпунову. Устойчивость решений системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Понятие о функции Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости. Первые интегралы. Законы сохранения. Предельные циклы. Теория Пуанкаре-Бендиксона.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Автономные и неавтономные системы. Геометрический смысл решения. Фазовое пространство (плоскость), фазовая траектория и скорость. Точки покоя. Линеаризация в окрестности точки покоя. Теорема о линеаризации. Понятие устойчивости и асимптотической устойчивости по Ляпунову. Устойчивость решений системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Понятие о функции Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости. Первые интегралы. Законы сохранения. Предельные циклы. Теория Пуанкаре-Бендиксона.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Введение в высшую математику.	1	1-2	подготовка к устному опросу	20	устный опрос
2.	Тема 2. Предел последовательности.	1	3-4	подготовка к устному опросу	20	устный опрос
3.	Тема 3. Предел функции. Непрерывность функции.	1	5-8	подготовка к устному опросу	20	устный опрос
4.	Тема 4. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	1	9-13	подготовка к устному опросу	24	устный опрос
5.	Тема 5. Интегральное исчисление функции одной переменной.	1	14-18	подготовка к контрольной работе	24	контрольная работа
6.	Тема 6. Дифференциальное исчисление функции многих переменных.	2		подготовка к устному опросу	18	устный опрос
7.	Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.	2		подготовка к устному опросу	18	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Теория поля.	2		подготовка к устному опросу	18	устный опрос
9.	Тема 9. Числовые и функциональные ряды.	2		подготовка к контрольной работе	18	контрольная работа
10.	Тема 10. Гармонический анализ.	3		подготовка к устному опросу	12	устный опрос
11.	Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.	3		подготовка к устному опросу	14	устный опрос
12.	Тема 12. Линейные уравнения и системы.	3		подготовка к устному опросу	14	устный опрос
13.	Тема 13. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.	3		подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				234	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом.

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

#### Тема 1. Введение в высшую математику.

устный опрос , примерные вопросы:

Элементы теории множеств. Основные понятия и законы логики. Кванторы и их свойства. Элементарные операции над множествами. Множества натуральных, рациональных, вещественных и комплексных чисел. Функция, или отображение. Обратное отображение. Композиция отображений. Максимум. Точная верхняя грань. Ограниченное множество. Монотонные функции. Возрастающие и убывающие функции. Метод индукции. Комбинаторика: перестановки, сочетания и размещения. Сложение, вычитание, умножение, деление и возведение в степень комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Нахождение модуля и аргумента комплексного числа. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### Тема 2. Предел последовательности.

устный опрос , примерные вопросы:

Числовая последовательность. Предел последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности. Фундаментальная последовательность. Число как предел последовательности. Свойства бесконечно малых последовательностей. Ограниченные и неограниченные последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Основные теоремы о пределах. Неопределенные выражения. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### Тема 3. Предел функции. Непрерывность функции.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность. Функция. Область ее определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Предел и непрерывность функции действительной переменной. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Замечательные пределы. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация. Сравнение функций. О-символика. Эквивалентные функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### **Тема 4. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.**

устный опрос , примерные вопросы:

Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталя. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений. Условия монотонности функции. Экстремум функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### **Тема 5. Интегральное исчисление функции одной переменной.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Предел последовательности, предел функции. 2. Дифференциал функции. Производная функции 3. Производные и дифференциалы высших порядков. 4. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений. 5. Интегрирование некоторых рациональных, иррациональных и трансцендентных функций. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### **Тема 6. Дифференциальное исчисление функции многих переменных.**

устный опрос , примерные вопросы:

Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Евклидово пространство  $n$ -измерений. Множества в  $n$ -мерном пространстве: открытые, замкнутые, ограниченные. Компактность. Функции многих переменных. Предел и непрерывность функции. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах. Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Отображения многомерных пространств. Непрерывные и дифференцируемые отображения. Функциональные определители. Условие независимости системы функций. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Теорема об обратном отображении. Экстремумы функций многих переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

#### **Тема 7. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Понятие  $n$ -кратного интеграла. Замена переменных в кратных интегралах. Полярные, цилиндрические и сферические координаты. Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление. Поверхностные интегралы. Их свойства и вычисление. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

### **Тема 8. Теория поля.**

устный опрос , примерные вопросы:

Теория поля. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Работа силового поля. Поток поля через поверхность. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Формула Стокса. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Нахождение потенциала. Соленоидальное поле, его свойства и строение. Поле ротора. Векторный потенциал. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8) (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

### **Тема 9. Числовые и функциональные ряды.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. 2. Двойной и тройной интегралы 3. Криволинейные интегралы. Поверхностные интегралы. 4. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. 5. Числовые и функциональные ряды: сходимость, область сходимости.

### **Тема 10. Гармонический анализ.**

устный опрос , примерные вопросы:

Гармонический анализ. Нормированные пространства, бесконечномерные евклидовы пространства. Сходимость по норме. Ортогональные и ортонормированные системы. Процесс ортогонализации. Ряды Фурье по ортогональным системам. Минимальное свойство частных сумм рядов Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля-Стеклова. Полнота и замкнутость системы. Тригонометрические ряды Фурье. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

### **Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.**

устный опрос , примерные вопросы:

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

### **Тема 12. Линейные уравнения и системы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Линейные уравнения и системы. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

### **Тема 13. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Дифференциальные уравнения первого порядка. 2. Уравнения, допускающие понижение порядка. 3. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. 4. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. (Раздел способствует формированию компетенций ок-4б ок-8)

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

**БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ**

А) Первый курс, первый семестр.

Билет 1

1. Отображение множеств. Композиция отображений.
2. Производные высших порядков сложной, обратной функций и функций, заданной параметрически.

Билет 2

1. Свойства непрерывных функций на сегменте (теорема о сохранении знака, об обращении в нуль).
2. Интегрирование квадратичных иррациональностей.

Билет 3

1. Асимптоты графика функции.
2. Интегрирование простейших дробей.

Билет 4

1. Достаточные условия локального экстремума.
2. Число  $e$ .

Билет 5

1. Предельное значение функции (определения). Свойства пределов функций.
2. Первообразная для непрерывной функции. Формула Ньютона - Лейбница.

Билет 6

1. Свойства сходящихся последовательностей, связанных неравенствами.
2. Высшие производные некоторых элементарных функций ( $\ln$ ).

Билет 7

1. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
2. Основные сведения о полиномах и их разложение на множители.

Билет 8

1. Ограниченные и неограниченные последовательности. Монотонные последовательности и их пределы.
2. Разложение правильной рациональной дроби на простейшие.

Билет 9

1. Числовая последовательность и ее предел.
2. Интегрирование простейших и рациональных дробей.

Билет 10

1. Понятие множеств, операции над ними. Верхние и нижние грани числовых множеств.
2. Формула Лейбница для  $n$ -ой производной.

Билет 11

1. Точки разрыва и их классификация.
2. Интегрирование линейных и дробно- линейных иррациональностей.

Билет 12

1. Дифференциалы высших порядков.
2. Необходимое и достаточное условие интегрируемости функции на сегменте.

Билет 13

1. Направление выпуклости графика функции. Точки перегиба графика.
2. Определение определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости.

Билет 14

1. Комплексные числа. Алгебраическая, тригонометрическая, показательная форма комплексного числа.
2. Определенный интеграл с верхним переменным пределом и его свойства.

Билет 15

1. Свойства непрерывных функций на сегменте (теоремы о промежуточных значениях, об ограниченности).
2. Замена переменной под знаком определенного интеграла.

Билет 16

1. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности и их связь.
2. Определенный интеграл, его основные свойства.

Билет 17

1. Комплексные числа. Возведение в степень и извлечение корня.
2. Формула Тейлора. Остаточный член.

Билет 18

1. Производная функции. Дифференцируемость. Правила дифференцирования.
2. Интегрирование по частям. Интеграл .

Билет 19

1. Первый замечательный предел и его следствия.
2. Суммы Дарбу и их следствия.

Билет 20

1. Второй замечательный предел и его следствия.
2. Монотонность функции. Локальный экстремум. Необходимое условие.

Билет 21

1. Непрерывность функции. Действия над непрерывными функциями.
2. Интегрирование дифференциального бинома.

Билет 22

1. Основные свойства сходящихся последовательностей, связанных равенствами.
2. Дифференциал, его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.

Билет 23

1. Первое правило Лопиталья.
2. Замена переменной под знаком неопределенного интеграла.

Билет 24

1. Второй замечательный предел и его следствия.
2. Теоремы Ролля, Коши для дифференцируемых функций на сегменте.

Билет 25

1. Сравнение бесконечно малых функций. Выделение главной части.
2. Интегрирование квадратичных иррациональностей.

Билет 26

1. Необходимое и достаточное условие точек перегиба.
2. Интегрирование дифференциального бинома.

Б) Первый курс, второй семестр

Билет 1

1. Дифференцируемость функций  $n$  переменных. Инвариантность формы 1-го дифференциала.
2. Почленное интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов.

Билет 2

1. Огибающая и дискриминантная кривая однопараметрического семейства кривых.
2. Коэффициенты Фурье и ряд Фурье по тригонометрической системе функций.

Билет 3

1. Соприкосновение кривых. Соприкасающаяся окружность.
2. Разложение функций в ряд Фурье по синусам и косинусам.

Билет 4

1. Сложная функция и ее дифференцирование.
2. О перестановке членов условно сходящегося ряда.

Билет 5

1. Зависимость и независимость функций (теорема).
2. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.

Билет 6

1. Понятие частной производной. Дифференцируемость функции. Связь между дифференцируемостью и непрерывностью.
2. Интегральный признак сходимости числового ряда.

Билет 7

1. Формула Тейлора для функций и переменных.
2. Абсолютно и условно сходящиеся ряды.

Билет 8

1. Непрерывность функции  $n$  переменных. Теорема о сохранении знака непрерывной функции.
2. Признак Даламбера сходимости числового ряда.

Билет 9

1. Неявная функция. Теорема о существовании и единственности неявной функции.
2. Признаки сравнения сходимости числового ряда.

Билет 10

1. Частные производные высших порядков. Теорема о смешанных производных.
2. Некоторые приложения степенных рядов.

Билет 11

1. Локальный экстремум (необходимое и достаточное условие).
2. Функциональный ряд. Сходимость. Равномерная сходимость.

Билет 12

1. Определение функции  $n$  переменных. Предел функции, повторные пределы.



2. Ортогональные системы функций. Коэффициенты и ряд Фурье по ортогональной системе функций.

Билет 13

1. Дифференцирование функций, неявно определяемых посредством системы функциональных уравнений.
2. Интервал и радиус сходимости числового ряда.

Билет 14

1. Производная по направлению. Градиент.
2. Задача о наименьшем квадратичном отклонении.

Билет 15

1. Подмножества евклидова пространства  $n$  измерений.
2. Свойства равномерно сходящихся рядов (непрерывность суммы, почленный предельный переход).

Билет 16

1. Сложная функция  $n$  переменных, ее непрерывность (теорема).
2. Равномерная сходимость степенных рядов (теорема).

Билет 17

1. Последовательность точек в  $n$ -мерном пространстве и ее предел.
2. Разложение функций в степенные ряды. Основная теорема о разложениях.

Билет 18

1. Условный экстремум функции  $n$  переменных.
2. Признак Дирихле сходимости числового ряда.

Билет 19

1. Замена переменных в дифференциальных выражениях для функции одного аргумента.
2. Признак Лейбница сходимости числового ряда.

Билет 20

1. Евклидово пространство  $n$  измерений.
2. Ряд Фурье в комплексной форме.

Билет 21

1. Замена переменных в дифференциальных выражениях с частными производными.
2. Полнота и замкнутость ортогональной системы.

В) Второй курс, третий семестр

Билет 1

1. Несобственный интеграл, зависящий от параметра 1-го рода. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса.
2. Вычисление площади гладкой поверхности.

Билет 2

1.  $\Gamma$ -функция и ее свойства.
2. Криволинейные интегралы 2-го рода. Связь с интегралами 1-го рода. Вычисление.

Билет 3

1.  $\Gamma$ -функция,  $\Psi$ -функция. Связь между ними.
2. Формула Стокса.

Билет 4

1. Замена переменных в тройных интегралах.

2. Сведение поверхностного интеграла 1-го рода к двойному.

Билет 5

1. Свойства равномерно сходящихся интегралов, зависящих от параметра.
2. Формула Грина.

Билет 6

1. Вычисление тройного интеграла.
2. Приложения поверхностных интегралов.

Билет 7

1. Тройной интеграл, его свойства.
2. Г-функция и ее свойства.

Билет 8

1. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность.
2. Формула Стокса.

Билет 9

1. Вычисление двойного интеграла.
2. Приложения поверхностных интегралов.

Билет 10

1. Суммы Дарбу. Классы интегрируемых функций по плоской области.
2. Угол между двумя линиями на поверхности.

Билет 11

1. Двойной интеграл. Свойства.
2. Криволинейные интегралы 1-го рода. Сведение к обыкновенному интегралу.

Билет 12

1. Абсолютная сходимость несобственного интеграла 1-го рода. Признаки абсолютной сходимости.
2. Формула Грина.

Билет 13

1. Понятие n-мерного интеграла. Задача взаимного притяжения двух тел.
2. Некоторые приложения криволинейных интегралов.

Билет 14

1. Объем в криволинейных координатах.
2. Равномерная сходимость интегралов, зависящих от параметра. Критерий Коши.

Билет 15

1. Отображение трехмерных областей. Криволинейные координаты (сферические, цилиндрические).
2. Кривые на поверхности. Длина дуги. Угол между двумя линиями на поверхности.

Билет 16

1. Несобственные интегралы 1-го рода. Сходимость. Критерий Коши.
2. Условия независимости криволинейного интеграла от пути.

Билет 17

1. Отображение двумерных областей. Криволинейные координаты и площадь плоской фигуры.
2. Криволинейные интегралы 2-го рода и их вычисление.

Билет 18

1. Интеграл Пуассона - Эйлера.

## 2. Формула Остроградского.

Билет 19

1. Дифференцирование и интегрирование собственного интеграла, зависящего от параметра.

2. Приложения двойных интегралов.

Билет 20

1. Интеграл Дирихле.

2. Понятие поверхности. Параметризация.

Билет 21

1. Дифференцирование и интегрирование несобственного интеграла, зависящего от параметра.

2. Криволинейные интегралы 1-го рода. Сведение к обыкновенному интегралу.

Билет 22

1. Замена переменных в двойном интеграле.

2. Признак Дирихле условной сходимости несобственного интеграла.

### 7.1. Основная литература:

1. Основы математического анализа : [учеб. для студентов 1 и 2 курсов вузов и ун-тов : в 2 ч.] / Г.М. Фихтенгольц .? изд. 8-е, стереотипное .? Санкт-Петербург : Лань, 2006 .? ; 21 .? (Учебники для вузов, Специальная литература) .? ISBN 5-9511-0010-0, 3000. 51 экз.

2. Краткий курс высшей математики : учеб. пособие для вузов / Б.П. Демидович, В.А. Кудрявцев .? Москва : Астрель : АСТ, 2007 .? 654, [1] с. : ил. ; 22 .? Предм. указ.: с. 639-649 .? ISBN 5-17-004601-4 ((АСТ)) , 5000 .? ISBN 5-271-01318-9 ((Астрель)) .? ISBN 985-13-8593-X ((Харвест)) . 75 экз.

3. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович .? Москва : АСТ : Астрель, 2007 .? 558, [2] с. : ил. ; 22 .? ISBN 5-17-010062-0 ((АСТ)) .? ISBN 5-271-03601-4 (( Астрель)) . 91 экз.

4. Остыловский, А. Н. Аналитическая геометрия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Остыловский. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-7638-2196-3.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443221>

5. Основы линейной алгебры и аналитической геометрии: Учебно-методическое пособие / В.Г. Шершнеv. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 168 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005479-7

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=318084>

6. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / Под ред. Ю. М. Смирнова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Логос, 2005. - 369 с. - ISBN 5-94010-375-8

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469055>

7. Дифференциальные уравнения: конспект лекций: учебно-методическое пособие / Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : Казанский государственный университет, 2009 .? 150 с. : ил. ; 21 .? Библиогр.: с. 146 (4 назв.). 174 экз.

8. Туганбаев, А. А. Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев. ? 2-е изд., стереотип. ? М. : ФЛИНТА, 2011. ? 31 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=454637>

9. Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практический курс [Электронный ресурс] : учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. - М.: Логос, 2010. - 384 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469288>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Математический анализ: сборник задач с решениями: Учебное пособие / В.Г. Шершнеv. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 164 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-005487-2, 500 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=342088>

2. Протасов, Ю. М. Математический анализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Протасов. - М.: Флинта : Наука, 2012. - 168 с. - ISBN 978-5-9765-1234-4 (Флинта), ISBN 978-5-02-037708-0 (Наука).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455635>

3. Мухарлямов Р.К., Панкратьева Т.Н., Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.-Казань: КГУ, 2009. -58 с. 30 экз

4. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах / А. Б. Васильева, Г. Н. Медведев, Н. А. Тихонов, Т. А. Уразгильдина .? Издание 2-е, исправленное .? Москва : Физматлит, 2005 .? 432 с. : ил. ; 22 см. ? (Курс высшей математики и математической физики ; Вып. 10) .? Библиогр.: с. 428-429 (28 назв.) .? ISBN 5-9221-0628-7.

5. Исаева, С. И. Математика [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / С. И. Исаева, Л. В. Кнауб, Е. В. Юрьева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 156 с. - ISBN 978-7638-2405-6.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441942>

6. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович .? Москва : АСТ : Астрель, 2007 .? 558, [2] с. : ил. ; 22 .? ISBN 5-17-010062-0 ((АСТ)) .? ISBN 5-271-03601-4 (( Астрель)) .

7. Шершнеv В. Г. Линейная алгебра. Часть I. Основы линейной алгебры: Учебно- методическое пособие для студентов I курса. - М.: Издательство "Менеджер", 2007. - 128 с. ISBN 5-8346-0097-2

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=347840>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

А. М. Анчиков, Р. Л. Валиуллин, Р. А. Даишев Введение в математический анализ в вопросах и задачах - <http://toig-kazan.narod.ru/education/I/Matan.pdf>

А. Ю. Даньшин Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы - [http://www.ksu.ru/f6/bin\\_files/krint2010!40.pdf](http://www.ksu.ru/f6/bin_files/krint2010!40.pdf)

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА - <http://webmath.exponenta.ru/ax/aj/ta/index.html>

Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка - [http://www.ksu.ru/f6/k6/bin\\_files/diff1muhar!8.pdf](http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/diff1muhar!8.pdf)

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Т. В. Кропотова, В. Г. Подольский Интегрирование функций одного переменного: примеры и задачи. Часть I - [http://www.ksu.ru/f6/k6/bin\\_files/integr\\_m!23.pdf](http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/integr_m!23.pdf)

Электронная Библиотека - <http://www.plib.ru/library/subcategory/32.html>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии".

Автор(ы):

Аминова А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.