МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Математический анализ**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017г.

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Математический анализ является основной математической дисциплиной, без которой невозможна подготовка специалистов высшей квалификации, по естественнонаучному и техническому профилю. Курс «Математический анализ» относится к базовой части блока 1 ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «01.03.02Прикладная математика и информатика». Обязателен для освоения в 1,2,3, семестрах, первого и второго года обучения. Индекс дисциплины **Б1.Б.02**

Форма отчетности – зачет (1,2,3 семестр), экзамен (1,2,3 семестр).

**Целями освоения дисциплины являются**:

* ознакомление с фундаментальными методами исследования переменных величин посредством анализа бесконечно малых, основу которого составляет теория дифференциального и интегрального исчисления;
* приобретение навыков математического моделирования различных процессов и закономерностей реального мира;
* подготовка фундаментальной базы для изучения дисциплин: “Дополнительные главы математического анализа”, “Дифференциальные уравнения”, "Уравнения математической физики", “Теория вероятностей”, “Математическая статистика” и др.
* воспитание у студентов математической культуры;
* формирование математического мышления;
* привитие навыков работы в команде;
* развитие способностей к самоорганизации и самообразованию.
1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| --- | --- |
| ***ОК7*** способность к самоорганизации и самообразованиюначальный этап | ***УМЕТЬ****У1(ОК7) анализировать и осуществлять поиск современных технологий и методик для своего направления.****ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОК7) способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.* |
| ***ОПК1*** способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикойначальный этап | ***УМЕТЬ****У1(ОПК1) – использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики,*1. Находить грани множества.2. Вычислять пределы числовых последовательностей и функций, связанные с неопределенностями      3. Находить производные и дифференциалы высших порядков, уравнение касательной к графику функции в точке.4. Проводить полное исследование функции и на основании данного исследования строить эскизы графиков функций заданных явно и параметрически.5. Интегрировать простейшие дроби, выражения, рационально зависящие от тригонометрических функций, дифференциальный бином.6. Применять определенный интеграл для решения задач, связанных с определением длины дуги и спрямляемой кривой, площади плоской фигуры, площади поверхности вращения. 7. Находить кратные и повторные пределы функции.8. Исследовать непрерывность функции по совокупности переменных и по отдельным переменным.9. Находить касательную плоскость и нормаль к поверхности.10. Вычислять старшие производные неявных функций.11. Находить локальный, глобальный экстремум функции на множестве, условный экстремум функции.11. Исследовать сходимость рядов с помощью признаков Даламбера, Коши, Раабе. Интегральный признак сходимости.12. Исследовать сходимость знакочередующихся рядов с помощью признака Лейбница13. Применять признаки Абеля и Дирихле для исследования сходимости произвольных рядов.14. Исследовать сходимость функциональных рядов на равномерность с помощью критерия Коши равномерной сходимости и достаточных признаков Вейерштрасса, Абеля, Дирихле.15. Находить область и радиус сходимости степенного ряда с использованием формул Даламбера, Коши и Коши-Адамара.16. Исследовать несобственные интегралы 1 и 2 рода на сходимость, а интегралы, зависящие от параметров, на сходимость и равномерную сходимость.17. Применять Эйлеровы интегралы к вычислению некоторых определенных и несобственных интегралов.18. Раскладывать периодическую и произвольную функцию, определенную на отрезке, в тригонометрический ряд Фурье и выяснять характер сходимости полученного ряда.***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОПК1) математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры****ЗНАТЬ****З1(ОПК1) – основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой*Понятие числовой последовательности, ее предела.Определение предела функции в точке по Гейне и Коши.Классификацию точек разрыва функции.Понятие производной и дифференциала.Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.Теорему Ферма о необходимом условии локального экстремума.Формулу Тейлора.Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Понятие первообразной и неопределенного интеграла.Суммы Дарбу и их свойства. Критерий интегрируемости.Определение равномерной непрерывности функции.Свойства интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.Понятие кривой на плоскости и в пространстве. Параметризация кривой.Понятие функции многих переменных.Достаточное условие дифференцируемости.Необходимое условие локального экстремума.Понятие числового ряда.Понятия функциональной последовательности и функционального ряда.Понятие равномерной сходимости функциональных рядов.Понятие степенного ряда.Интегралы с бесконечными пределами, зависящие от параметра.Интегралы от неограниченных функций, зависящие от параметра. Эйлеровы интегралы.Теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами.Достаточные условия равномерной сходимости рядов Фурье.Интеграл Фурье и преобразование Фурье. |

1. **Структура и содержание дисциплины «Математический анализ»**

Объем дисциплины составляет **16** зачетных единиц, всего **576** часов, из которых

**275** часов составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

 **120** часов занятия лекционного типа

 **155** часов практические занятия

**301** час составляет **самостоятельная работа** обучающегося, в том числе **117** часов подготовки к экзаменам.

Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,** **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего****(часы)** | в том числе |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы** из них | **Самостоятельная** **работа студента** **часы** |
|  **Занятия лекционного типа** |  **Занятия семинарского типа** |  **Лабораторные** |  |  | **СРС** |  |  |
| **Введение**1.Предмет математического анализа. Очерк истории развития математического анализа. Математическая символика, обозначения  | 5 | 2 | 2 |  |  |  | 1 |  |  |
| **Вещественные числа**Числовая прямая. Числовые множества: промежутки, интервалы, лучи. Окрестность точки.Ограниченные и неограниченные множества, грани множества. Существование точных граней ограниченных числовых множеств. | 18 | 4 | 4 |  |  |  | 10 |  |  |
|  **Числовые последовательности:** Определение числовой последовательности. Сходимость и предел числовойпоследовательности. Примеры.Свойства пределов и числовыхпоследовательностей. Теорема о единственности предела, теорема об ограниченности сходящейся последовательности, предельный переход в неравенствах, арифметические действия со сходящимися последовательностями.Бесконечно малые и большие последовательности, связь между ними. Свойства бесконечно малых последовательностей.Предел монотонной последовательности. Число *е.* Принцип вложенных отрезков.Подпоследовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Предельные точки числового множества. Верхний и нижний пределы последовательности.Критерий Коши существования предела. Полнота числовой прямой. | 28 | 8 | 10 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Предел функции.**Функции действительного переменного. Область определения, множество значений. Способы задания функций. График функции.Определение предела функции в точке по Гейне и Коши. Теорема эквивалентности определений. Локальная ограниченность функции, имеющей предел.Свойства пределов функций. Предел суперпозиции. Бесконечно малые функции и их сравнение.Замечательные пределы *lim sin x/x, liт (1+х) .* Раскрытие неопределенностей.Обобщение понятия предела: односторонние пределы, бесконечно большие функции, пределы на бесконечности.Критерий Коши существования конечного предела функции в точке и набесконечности. | 40 | 14 | 16 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Непрерывные функции:** Свойства непрерывных функций. Локальная устойчивость знака. Различия определения непрерывности функции в точке. Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность композиции.Классификация точек разрыва функции.Непрерывность функции на множестве. Непрерывность элементарных функций. Теорема о промежуточных значениях. Теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывной функции на отрезке и достижении точных граней.Условия непрерывности монотонной функции на отрезке. Теорема о непрерывности обратной функции. | 34 | 10 | 14 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Производная функции:** Задачи, приводящие к понятию производной функции. Средняя и мгновенная скорость изменения процесса.Производная и дифференциал функции в точке. Дифференцируемость функции.Геометрический смысл производной и дифференциала. Касательная к графику функции в точке.Свойства производных и дифференциалов функций. Производная композиции и обратной функции. Таблица производных. Дифференцируемость элементарных функций.Функции и кривые на плоскости, заданные параметрически. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Уравнения касательной и нормали к плоской кривой, заданной параметрически.Инвариантность формы первого дифференциала. Приложения дифференциала к приближенным вычислениям значений функции.Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.Неинвариантность формы дифференциалов высшего порядка. | 38 | 10 | 18 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Основные теоремы о дифференцируемых функциях и их приложения:** Локальный экстремум функции. Теорема Ферма о необходимом условии локального экстремума.Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о среднем. Формулы конечных приращений.Формула Тейлора. Различные представления остаточного члена формулы Тейлора. Формула Тейлора для некоторых элементарных функций.Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей.Условие монотонности функции. Достаточные условия локального экстремума.Направления выпуклости, вогнутости функции. Точки перегиба. Достаточное условиеперегиба. Асимптоты функции. Общая схема исследования и построения графиков функции.Нахождение глобального экстремума функции.Приближенные методы нахождения корней уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод касательной, оценка погрешности. | 17 | 3 | 4 |  |  |  | 10 |  |  |
| **В т.ч. текущий контроль** | 3 |  | 3 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация. зачет, экзамен**  |
|  | **Всего****(часы)** |  **Занятия лекционного типа** |  **Занятия семинарского типа** |  |  |  | **СРС** |  |  |
| **Неопределенный интеграл:** Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства интеграла. Таблица интегралов.Метод замены переменной в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Рациональные и дробно-рациональные функции. Разложение правильной дробно-рациональной функции в сумму простейших дробей. Интегрирование простейших дробей.Метод неопределенных коэффициентов.Рационализация подинтегральной функции. Интегрирование выражений,рационально зависящих от тригонометрических функций.Подстановки Эйлера. Интегрирование дифференциального бинома. Теорема Чебышева. | 20 | 6 | 6 |  |  |  | 8 |  |  |
| **Определенный интеграл**: Задачи о площади подграфика функции, о работе переменной силы, о массе неоднородного стержня. Интегральные суммы Римана. Определенный интеграл.Интегрируемость и ограниченность функции.Суммы Дарбу и их свойства. Критерий интегрируемости. Колебание функции наотрезке.Определение равномерной непрерывности функции. Теорема Кантора. Классы интегрируемых функций.Свойства определенного интеграла и интегрируемых функций. Теорема о среднем.Интеграл как функция верхнего предела. Свойства интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.Метод замены переменной и интегрирование по частям в определенном интервале. | 22 | 6 | 8 |  |  |  | 8 |  |  |
| **Приложения определенного интеграла**: Понятие кривой на плоскости и в пространстве. Параметризация кривой.Эквивалентность параметризаций. Гладкие и кусочно-гладкие кривые.Определение длины дуги и спрямляемой кривой. Вычисление длины дуги кривой в различных координатах. Дифференциал дуги кривой.Определение площади плоской фигуры. Критерий квадрируемости области. Квадрируемость области со спрямляемой границей. Вычисление площади плоских фигур.Объем тела. Критерий кубируемости тела. Вычисление объема тела с известными сечениями, и тела вращения.Площадь поверхности вращения.Приложения к задачам механики: масса, статические моменты, координаты центра масс, моменты инерции (материальной кривой и пластины). Теорема Гульдина. | 16 | 4 | 6 |  |  |  | 6 |  |  |
| **Функции многих переменных и пределы**: Арифметическое Евклидово пространство *R .* Связное множество в *R .* Шаровая и кубическая окрестности точки. Открытые и замкнутые множества в *R .* 11 ^.Последовательность в *R.* Сходимость и предел последовательности. Покоординатная сходимость. Критерий Коши сходимости последовательности в *R .*Ограниченные и неограниченные множества в *R* Теорема Больцано-Вейерштрасса.Компакты. Критерий компактности.Функции многих переменных. График функции двух переменных. Линии и поверхности уровня.Кратные и повторные пределы функции. Свойства пределов. Критерий Коши. | 26 | 8 | 10 |  |  |  | 8 |  |  |
| **Непрерывные функции многих переменных**Различные определения непрерывности функции в точке. Непрерывность посовокупности переменных и по отдельным переменным. Свойства непрерывных функций.Теорема о промежуточных значениях непрерывной функции на связном множестве.Свойства функции, непрерывной на компакте: теорема Вейерштрасса об ограниченности и существовании глобальных экстремумов, теорема Кантора о равномерной непрерывности. | 22 | 6 | 8 |  |  |  | 8 |  |  |
| **Дифференцирование функции многих переменных:** Частные производные. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал функции. Достаточное условие дифференцируемости.Линеаризация функций. Приближенные вычисления функции с помощью дифференциала. Абсолютная и относительная погрешность.Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Практические следствия инвариантности.Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смыслдифференциала.Частные производные высших порядков. Равенство смешанных производных.Дифференциала высших порядков. Неинвариантность формы высших дифференциалов. Инвариантность при аффинной замене переменных.Формула Тейлора. Оценка остаточного члена и приближенное вычисление функциис помощью формулы Тейлора. Формула Лагранжа конечных приращений. | 28 | 8 | 10 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Неявно-заданные функции:** Неявно-заданные функции и система неявных функций, одной и многихпеременных. Теорема о существовании, единственности и дифференцируемости. Якобиан системы функции.Вычисление старших производных неявных функций.Уравнения касательной и нормали к графику функции, заданной неявно. | 26 | 6 | 10 |  |  |  | 10 |  |  |
| **Экстремумы функций многих переменных**Необходимое условие локального экстремума. Стационарные точки. Достаточные условия экстремума.Условный экстремум функции. Метод множителей Лагранжа.Глобальные экстремумы функций (безусловные и условные). | 14 | 4 | 6 |  |  |  | 4 |  |  |
| **В т.ч. текущий контроль** | 3 |  | 3 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен** |
|  | **Всего****(часы)** |  **Занятия лекционного типа** |  **Занятия семинарского типа** |  |  |  | **СРС** |  |  |
| **Числовые ряды**: Понятие числового ряда. Связь с приближенными вычислениями. Частичные суммычислового ряда, сходимость и расходимость рядов. Сумма, отрезок и остаток ряда.Эквивалентность сходимости числовых рядов и числовых последовательностей.Основные свойства числовых рядов. Необходимый признак сходимости. Расходимость гармонического ряда. Критерий Коши сходимости числовых рядов.Знакопостоянные ряды. Критерий сходимости знакопостоянных рядов. Признаки сравнения для сходимости знакопостоянного ряда.Достаточные признаки сходимости знакопостоянных рядов Даламбера, Коши, Раабе. Интегральный признак сходимости. Обобщенные гармонические ряды.)Абсолютная и условная сходимости произвольных числовых рядов. Признаки абсолютной сходимости рядов. Теорема о перестановке членов абсолютно сходящегося ряда. Теорема Коши о произведении абсолютно сходящихся рядов.Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница сходимости знакочередующихся рядов. Оценки суммы и остатка знакочередующегося ряда, их использование для оценки погрешности вычислений.Признаки Абеля и Дирихле сходимости произвольных рядов. Теорема Римана о зависимости суммы условно (неабсолютно) сходящегося ряда от порядка следования членов. | 22 | 6 | 8 |  |  |  | 8 |  |  |
|  **Функциональные последовательности и ряды**: Понятия функциональной последовательности и функционального ряда, их сходимость в точке и области. Эквивалентность сходимости функциональных последовательностей и рядов.Равномерная сходимость функциональных рядов. Критерий Коши равномерной сходимости. Достаточные признаки Вейерштрасса, Абеля, Дирихле равномерной сходимости функциональных рядов.Функциональные свойства рядов, связанные с равномерной сходимостью. Теорема о почленном переходе к пределу. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда. Теорема Дини. Теоремы о почленном интегрировании и дифференцировании. | 16 | 4 | 6 |  |  |  | 6 |  |  |
| **Степенные ряды** Понятие степенного ряда. Лемма Абеля об абсолютной сходимости. Область и радиус сходимости. Вычисление радиуса сходимости: формулы Даламбера, Коши и Коши - Адамара.Свойства степенного ряда: равномерная сходимость на внутреннем отрезке; непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование на интервале сходимости.Ряды Тейлора. Аналитические функции. Достаточное условие аналитичности. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора.Понятие ряда с комплексными членами. Формулы Эйлера. | 4 | 4 | 6 |  |  |  | 6 |  |  |
| **Несобственные интегралы**: Задачи, приводящие к понятию несобственных интегралов. Интеграл сбесконечными пределами. Сходимость и расходимость интегралов. Критерий Коши.Замена переменной и интегрирование по частям.Сходимость интегралов от неотрицательных функций. Абсолютная сходимость.Признаки абсолютной сходимости.Условная сходимость. Признак Абеля-Дирихле.Интегралы от неограниченных функций. Абсолютная и условная сходимость.Признаки сходимости. Эквивалентность несобственных интегралов обоих типов.Главные задачи Коши несобственных интегралов. | 18 | 6 | 6 |  |  |  | 6 |  |  |
| **Определенные интегралы, зависящие от параметра**Равномерная сходимость функций по параметру. Критерий Коши равномернойсходимости.Определенный интеграл как функция параметров. Предельный переход под знаком интеграла. Непрерывность, дифференцирование, интегрирование по параметру. Равенство повторных интегралов.Непрерывность и дифференцирование по параметру в случае, когда пределыинтегрирования также зависят от параметра. Примеры приложения к вычислению определенных интегралов. | 20 | 4 | 8 |  |  |  | 8 |  |  |
| **Несобственные** **интегралы, зависящие от параметра**Интегралы с бесконечными пределами, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости. Достаточный признак Вейерштрасса абсолютной и равномерной сходимости.Предельный переход, непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру. Равенство повторных интегралов.Интегралы от неограниченных функций, зависящие от параметра. Эйлеровы интегралы. | 22 | 3 | 6 |  |  |  | 13 |  |  |
| **Ряды фурье:** Периодические функции. Понятие гармоники, амплитуды,фазы. Тригонометрическая система функций и тригонометрический ряд.Ортогональность тригонометрической системы. Вычисление коэффициентовравномерно сходящегося тригонометрического ряда через его сумму.Определение тригонометрического ряда Фурье. Периодическое продолжение произвольной функции. Стремление коэффициентов Фурье к нулю.Представление частичной суммы ряда Фурье для абсолютно-интегрируемойфункции интегралом Дирихле. Принцип локализации.Поточечная сходимость рядов Фурье. Регулярные точки функции.Суммы Фейера. Теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами.Полнота и замкнутость тригонометрической системы. Экстремальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя. Условие полноты Парсеваля.Достаточные условия равномерной сходимости рядов Фурье. Оценки скорости сходимости рядов Фурье. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов Фурье.Ряды Фурье на произвольном интервале. Комплексная запись рядов Фурье.Интеграл Фурье и преобразование Фурье. | 27 | 5 | 8 |  |  |  | 14 |  |  |
| **В т.ч. текущий контроль** | 3 |  | 3 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация – зачёт. экзамен** |

1. **Образовательные технологии**

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий, электронного обучения.

**Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

**Практические занятия.** Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей нескольких домашних практических работ. На практических занятиях выделяется время для проведения презентации и обсуждения проектных работ.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**5.1 Виды самостоятельной работы студентов**

* *Выполнение домашних практических заданий.*

5.2 **Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля**

а) Основная литература:

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 1. М.: Наука, 1962  Учеб. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 2. М.: Наука, 1964 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 3. М.: Наука, 1966 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

4. Демидович Б.П. (ред.). Задачи и упражнения по математическому анализу для ВТУЗов (6-е изд.). М.: Наука, 1968 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

3. Шилов Г.Е. Математический анализ. Функции одного переменного. Части 1-2. М.: Наука, 1969<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

4. Чебышев П.Л. Избранные труды. М.: АН СССР, 1955 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

**5.3 Вопросы для контроля:**

**Первый семестр.**

1. Что такое действительные числа?
2. В чем выражается главное отличие между рациональными и действительными числами?
3. Сформулируйте определение окрестности точки x ∈ R.
4. Сформулируйте определение ε-окрестности точки x ∈ R.
5. Сформулируйте определение окрестности +∞.
6. Сформулируйте определение окрестности −∞.
7. Сформулируйте определение окрестности ∞.
8. Сформулируйте определения ограниченного, неограниченного множества.
9. Какое число называется верхней гранью множества.
10. Дайте определение точной верхней (нижней) грани множества.
11. Всегда ли существуют точные верхние грани множества?
12. Сформулируйте определение предела последовательности.
13. Сформулируйте определение сходящейся (расходящейся) последовательности.
14. Какая последовательность называется бесконечно малой (бесконечно большой)?
15. Сколько пределов может иметь сходящаяся последовательность?
16. Перечислите свойства пределов, связанные с неравенствами.
17. Сформулируйте определение ограниченной (неограниченной) последовательности.
18. Всякая ли сходящаяся последовательность ограничена? Всякая ли ограниченная последовательность сходится?
19. Сформулируйте свойства бесконечно малых последовательностей.
20. Сформулируйте определение монотонной последовательности.
21. Сформулируйте определение возрастающей (убывающей) последовательности.
22. Если последовательность монотонная, она будет иметь предел?
23. Как определяется число *e*?
24. Сформулируйте определение фундаментальной последовательности.
25. Сформулируйте критерий Коши существования предела последовательности.
26. Дайте определение частичного предела.
27. Сформулируйте критерий частичного предела.
28. Что такое верхний (нижний) предел последовательности?
29. Какая связь между сходимостью последовательности и ее частичными пределами?
30. Сформулируйте определение по Гейне предела функции.
31. Сформулируйте определение по Коши $\lim\_{x\to a}f\left(x\right)=b$, где *a*, *b* ∈ R. Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
32. Сформулируйте определение по Коши $\lim\_{x\to a}f\left(x\right)=+\infty $, где *a* ∈ R. Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
33. Сформулируйте определение по Коши $\lim\_{x\to \infty }f\left(x\right)=0$. Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
34. Сформулируйте определение по Коши $\lim\_{x\to a-0}f\left(x\right)=-\infty $, где *a* ∈ R. Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
35. Сформулируйте определение бесконечно малой функции.
36. Сформулируйте определение бесконечно большой функции.
37. Сформулируйте определение бесконечно малых функций одного порядка.
38. Сформулируйте определение эквивалентных бесконечно малых функций.
39. Сформулируйте определение порядка малости одной функции относительно другой.
40. Сформулируйте определение приращения функции.
41. Сформулируйте определение непрерывности функции в точке (любое).
42. Сформулируйте определение непрерывности функции на множестве.
43. Сформулируйте определение точки разрыва.
44. Сформулируйте определение точки устранимого разрыва.
45. Сформулируйте определение точки разрыва I-го рода.
46. Сформулируйте определение точки разрыва II-го рода.
47. Сформулируйте основные свойства непрерывных функций на отрезке (теоремы Вейерштрасса, теоремы Больцано-Коши).
48. Дайте классификацию точек множества на числовой прямой.
49. Какое множество называется открытым? Замкнутым? Может ли множество быть открытым и одновременно замкнутым?
50. Сформулируйте определение производной функции в точке.
51. Сформулируйте определение односторонней производной функции.
52. Сформулируйте определение производной n-го порядка.
53. Сформулируйте определение дифференцируемой функции в точке.
54. Сформулируйте определение дифференциала первого порядка.
55. Какой геометрический смысл имеет производная функции в точке и дифференциал функции в точке?
56. Сформулируйте определение дифференциала n-го порядка.
57. Сформулируйте необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции в точке.
58. Сформулируйте теорему о связи дифференцируемости и непрерывности функции.
59. Как найти производную (дифференциал) произведения.
60. Как найти производную (дифференциал) частного.
61. В чем заключается свойство инвариантности формы записи дифференциала первого порядка.
62. Продемонстрируйте неинвариантность формы второго дифференциала.
63. Сформулируйте определение возрастающей строго (нестрого) функции.
64. Сформулируйте определение убывающей строго (нестрого) функции.
65. Сформулируйте определение монотонной функции.
66. Сформулируйте определение локального минимума (максимума).
67. Сформулируйте основные теоремы о дифференцируемых на интервале функциях: Ферма, Ролля, Лагранжа.
68. Какие следствия из теоремы Лагранжа вам известны?
69. Что такое формула Тейлора?
70. Сформулируйте определение строгого локального минимума (максимума).
71. Сформулируйте определение экстремума.
72. Сформулируйте определение строгого экстремума.
73. Сформулируйте определение стационарной точки.
74. Сформулируйте определение критической точки.
75. Сформулируйте необходимое условие экстремума?
76. Сформулируйте достаточные условия экстремума?
77. Какая точка называется точкой перегиба дифференцируемой функции?
78. Сформулируйте необходимое условие точки перегиба.
79. Сформулируйте достаточное условие точки перегиба.
80. Сформулируйте определение вертикальной, наклонной асимптоты.
81. Сформулируйте необходимое и достаточное условие наличия наклонной асимптоты.

**Второй семестр.**

1. Что такое первообразная и неопределенный интеграл?
2. Сформулируйте свойства неопределенного интеграла.
3. Чему равен интеграл от суммы функций?
4. Равен ли интеграл от произведения функций произведению интегралов от этих функций? Приведите пример.
5. Перечислите простейшие рациональные дроби.
6. Какое выражение называется дифференциальным биномом?
7. При каких условиях дифференциальный бином интегрируется в элементарных функциях?
8. Сформулируйте понятие определенного интеграла (интеграла Римана).
9. Какое условие является необходимым для интегрируемости функции?
10. Что такое суммы Дарбу и зачем они нужны?
11. Какие функции являются интегрируемыми по Риману?
12. Что такое интеграл с переменным верхним пределом?
13. Какими свойствами обладает интеграл с переменным верхним пределом?
14. Какая связь между определенным и неопределенным интегралом?
15. Как задается кривая на плоскости и в пространстве? Что такое параметризация кривой?
16. Сформулируйте определение длины дуги и спрямляемой кривой.
17. Как определяется площадь плоской фигуры по Жордану?
18. Как найти площадь криволинейной трапеции, криволинейного сектора?
19. Как найти площадь плоской фигуры с параметрически заданной границей?
20. Как найти площадь поверхности и объем тел вращения?
21. Что такое векторное пространство Rn?
22. Дайте определение евклидова пространства.
23. Какое пространство называется метрическим?
24. Что является пределом последовательности в пространстве Rn?
25. Что такое покоординатная сходимость?
26. Что такое повторные пределы функции двух переменных?
27. Сформулируйте определение предела функции нескольких переменных.
28. Какая функция называется непрерывной в точке по совокупности переменных?
29. Какая функция называется непрерывной в точке по отдельным переменным?
30. Какое множество называется компактным?
31. Сформулируйте критерий Больцано-Вейерштрасса компактности множества.
32. Какое множество называется связным?
33. Сформулируйте свойства непрерывных функций на компактном множестве (теоремы Вейерштрасса, теорема Кантора).
34. Сформулируйте свойства непрерывных функций на связном множестве (теоремы Больцано-Коши).
35. Дайте определение частной производной функции.
36. Какая функция двух переменных называется дифференцируемой в точке?
37. Если функция имеет частные производные в точке, будет ли она дифференцируемой в этой точке?
38. Сформулируйте достаточное условие дифференцируемости функции в точке.
39. Что такое касательная плоскость и нормаль к поверхности?
40. Напишите формулу Тейлора для функции многих переменных.
41. Какая функция называется заданной неявно?
42. Каким условиям должна удовлетворять функция F(x,y), чтобы уравнение F(x,y)=0 определяло в окрестности точки x0 единственную непрерывную функцию y(x) так, что y(x0)=y0. При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки x0?
43. Каким условиям должна удовлетворять функция F(x,y,z), чтобы уравнение F(x,y,z)=0 определяло в окрестности точки (x0,y0) единственную непрерывную функцию z(x,y) так, что z(x0,y0)=z0. При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки (x0,y0)?
44. Какая функция называется заданной неявно системой уравнений?
45. Сформулируйте теорему о неявной функции, заданной системой уравнений?
46. Что такое замена переменных?
47. Дайте определение локального экстремума функции нескольких переменных.
48. Сформулируйте необходимое условие локального экстремума, достаточное условие локального экстремума.
49. Какая точка называется точкой условного экстремума функции нескольких переменных?
50. Как найти условный экстремум функции?
51. В чем заключается метод множителей Лагранжа?

**Третий семестр.**

1. Что такое числовой ряд?
2. Что называется суммой ряда?
3. Какой числовой ряд называется сходящимся (расходящимся)?
4. Сформулируйте необходимое условие сходимости числового ряда?
5. Если общий член ряда стремится к нулю, что можно сказать о сходимости ряда?
6. Сформулируйте критерий Коши сходимости числового ряда.
7. Какой числовой ряд называется гармоническим и почему он так называется?
8. Сходится ли гармонический ряд и почему?
9. Какой числовой ряд называется знакоположительным?
10. Сформулируйте признаки сходимости знакоположительного числового ряда.
11. (ограниченность последовательности частичных сумм, признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный признак Коши-Маклорена).
12. Когда говорят, что ряд сходится абсолютно? Условно?
13. Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством ассоциативности сложения? Когда это возможно?
14. Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством коммутативности сложения? Когда это возможно?
15. Сформулируйте признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда.
16. Как оценить остаток знакочередующегося ряда?
17. Сформулируйте признаки Дирихле и Абеля сходимости произвольных рядов.
18. Дайте понятия функциональной последовательности, функционального ряда.
19. Как найти область сходимости функциональной последовательности, функционального ряда?
20. Дайте определение поточечной и равномерной сходимости на множестве функциональной последовательности, функционального ряда.
21. Сформулируйте признаки равномерной сходимости функциональной последовательности, функционального ряда (критерий Коши, достаточные признаки Вейерштрасса, Дирихле, Абеля).
22. При каких условиях для функционального ряда справедливы следующие свойства: «предел от суммы равен сумме пределов», «интеграл от суммы равен сумме интегралов», «производная от суммы равна сумме производных»?
23. Какой ряд называется степенным?
24. Как найти радиус сходимости степенного ряда?
25. Что является областью сходимости степенного ряда?
26. Сходится ли степенной ряд в области сходимости равномерно?
27. Будет ли непрерывной сумма степенного ряда в области сходимости?
28. Когда говорят, что функция раскладывается в степенной ряд в некоторой точке?
29. Как определить, раскладывается ли функция в степенной ряд?
30. Какие степенные ряды можно получить при разложении функции?
31. Какая функция называется аналитической?
32. Сформулируйте теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Каково значение этих теорем?
33. Какое пространство называется бесконечномерным евклидовым пространством?
34. Приведите пример бесконечномерного евклидова пространства. Определите в нем скалярное произведение, норму, метрику.
35. Что такое сходимость по норме, сходимость в среднем?
36. Какая система функций называется ортогональной? Приведите пример.
37. Какая система функций называется ортонормированной? Приведите пример.
38. Какой ряд называется общим рядом Фурье. Каким свойством обладают коэффициенты Фурье?
39. Что из себя представляет неравенство Бесселя, равенство Парсеваля?
40. Сформулируйте свойства полноты и замкнутости ортонормированной системы.
41. Запишите ряд Фурье по тригонометрической системе.
42. Как записать ряд Фурье для чётных и нечётных функций?
43. Когда ряд Фурье, построенный по некоторой функции, сходится к ней равномерно? Поточечно?
44. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
	1. **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

*Оценка уровня формирования компетенцй ОПК-1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать:** **З1(ОПК-1)** Понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ»**Уметь:** использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Математический анализ»: **У1(ОПК-1)** решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным;. **У2(ОПК-1)** доказывать ранее изученных математических утверждений; **У3(ОПК-1)** проводить доказательства математических утверждений, не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним.**Владеть: В1(ОПК-1):** различными методами и способами вычисления пределов, методами дифференциального и интегрального исчисления, методами разложения функции в степенные ряды и ряды Фурье. Индикаторы компетенции ***ОК7*** способность к самоорганизации и самообразованию ***УМЕТЬ****У1(ОК7) анализировать и осуществлять поиск современных технологий и методик для своего направления.****ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОК7) способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.* | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровеньформирования компетенции.0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.20-49 баллов –«неудовлетворительно» |
| **Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения и формулы дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с рядом негрубых ошибок. **Уметь** У1,У2,У3 с рядом негрубых ошибок. **Владеть** пониманиемосновных стандартных методов вычисления пределов, дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов; навыками применения дифференциального и интегрального исчислений для решения простейших геометрических и физических задач. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.50-59 баллов«Удовлетворительно» |
| **Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения, формулы и утверждения дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с рядом заметных погрешностей. **Уметь** У1,У2,У3 с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровеньформирования компетенции.60-79 баллов«Хорошо» |
|  |  |
| Критерии оценивания (дескрипторы)**Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения, формулы и утверждения дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с незначительными погрешностями. **Уметь** У1,У2,У3 без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Шкала оценивания Очень хороший уровеньформирования компетенции 80-89 баллов«Очень хорошо» |
| **Знать** основные определения и утверждения, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1,У2,У3. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции 90-99 баллов«Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей **Уметь** У1,У2,У3.Свободно. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции 100 баллов«Превосходно» |

* 1. **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций**

 **Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:**

- тестирование;

- индивидуальное собеседование,

- письменные ответы на вопросы.

**Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:**

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки умений. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических домашних практических работ. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

* Домашнее практическое задания для оценивания формирования ОК-7.



* Вопросы к тесту для оценивания формирования ОПК-1.

**Вопрос 1**

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

К какому значению приближаются члены последовательности при увеличении номера *n*?

**Варианты ответов:**

* 1
* 2
* 0
* 1/2

**Вопрос 2**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Начиная с какого номера, все члены последовательности  будут совпадать с числом 2 с точностью не меньше 0,01?

**Варианты ответов:**

* *n*= 10
* *n*=100
* *n*=50
* *n*=101
* *n*=2
* *n*=1001

**Вопрос 3**

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Дана последовательность . Какие утверждения справедливы для нее?

**Варианты ответов:**

1. Все члены последовательности приближаются к 0 при увеличении номера *n*
2. Все члены последовательности приближаются к 2 при увеличении номера *n*
3. Все члены последовательности попадают в окрестность радиуса 0,01 числа 1, начиная с номера *n*=11
4. Все члены последовательности совпадают с числом 1 с точностью не меньше 0,1, начиная с номера *n*=3

**Вопрос 4**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Число *a* является пределом последовательности *an*, если

**Варианты ответов:**

1. 
2. 
3. 
4. 

**Вопрос 5**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Из какого высказывания следует, что число *a* является пределом последовательности *an*?

**Варианты ответов:**

* 
* 
* 
* 

**Вопрос 6**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Последовательность *an* будет расходящейся, если

**Варианты ответов:**

* 
* 
* 
* 

**Вопрос 7**

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений эквивалентны тому, что последовательность *an* сходится к *a*?

**Варианты ответов:**

* Члены последовательности *an*приближаются к числу *a* с увеличением номера *n*
* Члены последовательности *an* совпадают с числом *a* с любой степенью точности, начиная с некоторого номера
* Члены последовательности попадают в некоторую окрестность числа *a* для любого номера
* Члены последовательности попадают в любую окрестность числа *a*, начиная с некоторого номера

**Вопрос 8**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Последовательность *an* является бесконечно большой, если

**Варианты ответов:**

* 
* 
* 
* 

**Вопрос 9**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Последовательность *an* расходится к , если

**Варианты ответов:**

* 
* 
* 
* 

**Вопрос 10**

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Дана последовательность . Какие из утверждений справедливы для нее?

**Варианты ответов:**

* Последовательность является бесконечно большой
* Последовательность расходится к +∞
* Последовательность является расходящейся
* Множество членов последовательности неограниченно
* Последовательность сходится к нулю
* Последовательность является сходящейся

**Вопрос 11**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Пусть дана сходящаяся последовательность, состоящая из строго положительных чисел. Что можно сказать о знаке предела этой последовательности?

**Варианты ответов:**

* Предел является положительным числом
* Предел является неотрицательным числом
* Предел является нулем
* Нельзя сделать никакого заключения

**Вопрос 12**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Пусть дана последовательность, сходящаяся к строго положительному числу. Что можно сказать о знаке членов последовательности?

**Варианты ответов:**

* Члены последовательности строго положительны
* Члены последовательности строго положительны, начиная с некоторого номера
* Члены последовательности неотрицательны
* Нельзя сделать никакого заключения

**Вопрос 13**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

**Вопрос 14**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

**Вопрос 15**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

**Вопрос 16**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

1.

1.

**Вопрос 17**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

1.

1.

**Вопрос 18**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

1.

**Вопрос 19**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.

1.

1.

**Вопрос 20**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными для последовательностей {*an*}, {*bn*}, {*an+ bn*}?

Символ & означает логическое «и».

**Варианты ответов:**

1. {*an* }– расходится ⇒{*an+ bn* }*–* расходится
2. {*an*} – расходится &{*bn* }– сходится ⇒ {*an+ bn* }*–* расходится
3. {*an* }– расходится & {*bn* }– расходится ⇒ {*an+ bn* }*–* расходится
4. {*an+ bn* }– расходится & {*bn* }– расходится ⇒ {*an* }*–* расходится
5. {*an+ bn* }– расходится & {*bn* }– сходится ⇒ {*an* }*–* расходится
6. {*an+ bn* }– сходится & {*bn* }– сходится ⇒ {*an* }*–* сходится
7. {*an+ bn* }– сходится & {*bn* }– расходится ⇒ {*an* }*–* расходится
8. {*an+ bn* }– сходится & {*bn* }– сходится ⇒ {*an* }*–* расходится
* Экзаменационный билет на оценивание *ОПК-1*

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики

Кафедра дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

Дисциплина Математический анализ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Определение предела последовательности. Доказать, что



1. Определение производной. Вывести формулу производной для функций

y=xα, $α\in R$, y=$\sin(x)$.

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Экзаменатор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* Пример на проверку ОПК1 умения проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;



* Пример на проверку ОК7 умения решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления

Существует ли $\lim\_{n\to \infty }\sin(n)$, где *n* – натуральное число. Ответ обосновать.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

<http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: Часть I: Учеб.: Для вузов. — 6-е изд. —ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 645  с. https://e.lanbook.com/book/2180#authors
2. ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: Часть II: Учеб.: Для вузов. - 5-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 464 с. (https://e.lanbook.com/book/2180#authors
3. КУДРЯВЦЕВ Л.Д. Краткий курс математического анализа. Том 1. Дифференциальное

интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды. Учебник. - 3-е изд., перераб. ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с. https://e.lanbook.com/book/2224#authors

1. КУДРЯВЦЕВ Л. Д. Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ: Учебник. — 3-е изд., перераб. —ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 424 с. https://e.lanbook.com/book/2224#authors
2. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Учебник 5-е изд. стер. Издательство "Лань", 2010 г. 400 стр, <https://e.lanbook.com/book/537?category_pk=917#authors>

б) дополнительная литература:

1. НИКОЛЬСКИЙ С.М. Курс математического анализа. Учебные пособия 6-е изд.2001 г., 592 стр. https://e.lanbook.com/book/2270#authors
2. ФИХТЕНГОЛЬЦ Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. ( В 3-х томах ). - Учебник Издательство "Лань", 2009. изд. 9, т.3 – 656 с. <https://e.lanbook.com/book/409?category_pk=910#book_name>

 3.ФИХТЕНГОЛЬЦ Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Учебник В 3-х тт. Том 1 Издательство "Лань", 2016, 10-е изд., 608 стр. https://e.lanbook.com/book/71769?category\_pk=910#book\_name

 4. ФИХТЕНГОЛЬЦ Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Учебник

 В 3-х тт. Том 2 Издательство "Лань", 2016, 10-е изд., 800 стр. https://e.lanbook.com/book/71769?category\_pk=910#book\_name

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

http://www.unn.ru/books/resources.html

http://new.e-vmk.unn.ru/sites/

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

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Наличие рекомендованной литературы.. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре численного и функционального анализа.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль "Математическое моделирование и вычислительная математика").

Авторы Ефремова Л.С. , Терентьев А.М.

Программа одобрена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от \_27 февраля\_2017 года, протокол № \_9\_.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.В. Баландин

Программа одобрена методической комиссией института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.