

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

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_ В.П. Гергель

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Математический анализ**

---

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

---

Направление подготовки

**020301 Математика и компьютерные науки**

---

Направленность образовательной программы  
**общий профиль**

---

Квалификация (степень)  
**Бакалавр**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижний Новгород  
2017

## 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 ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «02.03.01 Математика и компьютерные науки». Обязателен для освоения в 1,2,3,4 семестрах, первого и второго года обучения. Индекс дисциплины **Б1.Б.04**.

Форма отчетности – зачет (1,2,3, семестр), экзамен (1,2,3,4 семестр).

Математический анализ – базовый курс университетской подготовки квалифицированных специалистов в области математики.

### 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: «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Теория вероятностей» и др.;
- воспитание у студентов математической культуры;
- обучение студентов основным методам интегрального и дифференциального исчисления функций одной и нескольких переменных;
- формирование логического мышления и навыков, необходимых при исследовании функциональных зависимостей;
- развитие математической интуиции и умения творчески применять классические знания к новым теоретическим и прикладным задачам, возникающим в профессиональной деятельности.
- привитие навыков работы в команде;
- развитие способностей к самоорганизации и самообразованию.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

В результате изучения студенты должны:

Знать основные методы дифференциального и интегрального исчисления.

Уметь применять изученные методы к конкретным задачам.

Иметь навыки исследования функций методами математического анализа.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-1</b> - готовность использовать	<b>УМЕТЬ</b> <i>У1(ОПК1) – использовать базовые знания математики</i> 1. Находить грани множества.

<p>фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Вычислять пределы числовых последовательностей и функций, связанные с неопределенностями <math>\frac{0}{0}, \frac{\infty}{\infty}, \infty \cdot 0, \infty - \infty, 1^{\infty}, \infty^0, 0^0</math>.</li> <li>3. Находить производные и дифференциалы высших порядков, уравнение касательной к графику функции в точке.</li> <li>4. Проводить полное исследование функции и на основании данного исследования строить эскизы графиков функций заданных явно и параметрически.</li> <li>5. Интегрировать простейшие дроби, выражения, рационально зависящие от тригонометрических функций, дифференциальный бином.</li> <li>6. Применять определенный интеграл для решения задач, связанных с определением длины дуги и спрямляемой кривой, площади плоской фигуры, площади поверхности вращения.</li> <li>7. Находить кратные и повторные пределы функции.</li> <li>8. Исследовать непрерывность функции по совокупности переменных и по отдельным переменным.</li> <li>9. Находить касательную плоскость и нормаль к поверхности.</li> <li>10. Вычислять старшие производные неявных функций.</li> <li>11. Находить локальный, глобальный экстремум функции на множестве, условный экстремум функции.</li> <li>11. Исследовать сходимость рядов с помощью признаков Даламбера, Коши, Раабе. Интегральный признак сходимости.</li> <li>12. Исследовать сходимость знакопеременяющихся рядов с помощью признака Лейбница</li> <li>13. Применять признаки Абеля и Дирихле для исследования сходимости произвольных рядов.</li> <li>14. Исследовать сходимость функциональных рядов на равномерность с помощью критерия Коши равномерной сходимости и достаточных признаков Вейерштрасса, Абеля, Дирихле.</li> <li>15. Находить область и радиус сходимости степенного ряда с использованием формул Даламбера, Коши и Коши-Адамара.</li> <li>16. Исследовать несобственные интегралы 1 и 2 рода на сходимость, а интегралы, зависящие от параметров, на сходимость и равномерную сходимость.</li> <li>17. Применять эйлеровы интегралы к вычислению некоторых определенных и несобственных интегралов.</li> <li>18. Раскладывать периодическую и произвольную функцию, определенную на отрезке, в тригонометрический ряд Фурье и выяснять характер сходимости полученного ряда.</li> </ol>
---	--

	<p><b>ВЛАДЕТЬ</b>  <i>В1(ОПК1) математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры</i></p> <p><b>ЗНАТЬ</b>  <i>З1(ОПК1) – основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</i></p> <p>Понятие числовой последовательности, ее предела.</p> <p>Определение предела функции в точке по Гейне и Коши.</p> <p>Классификацию точек разрыва функции.</p> <p>Понятие производной и дифференциала.</p> <p>Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.</p> <p>Теорему Ферма о необходимом условии локального экстремума.</p> <p>Формулу Тейлора.</p> <p>Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей.</p> <p>Понятие первообразной и неопределенного интеграла.</p> <p>Суммы Дарбу и их свойства. Критерий интегрируемости.</p> <p>Определение равномерной непрерывности функции.</p> <p>Свойства интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.</p> <p>Понятие кривой на плоскости и в пространстве. Параметризация кривой.</p> <p>Понятие функции многих переменных.</p> <p>Достаточное условие дифференцируемости.</p> <p>Необходимое условие локального экстремума.</p> <p>Понятие числового ряда.</p> <p>Понятия функциональной последовательности и функционального ряда.</p> <p>Понятие равномерной сходимости функциональных рядов.</p> <p>Понятие степенного ряда.</p> <p>Интегралы с бесконечными пределами, зависящие от параметра.</p> <p>Интегралы от неограниченных функций, зависящие от параметра.</p> <p>Эйлеровы интегралы.</p> <p>Теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами.</p> <p>Достаточные условия равномерной сходимости рядов Фурье.</p> <p>Интеграл Фурье и преобразование Фурье. Определение и свойства двойного интеграла.</p>
--	--

	<p>Тройные и многократные интегралы.</p> <p>Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве.</p> <p>Криволинейный интеграл первого рода.</p> <p>Криволинейный интеграл второго рода.</p> <p>Поверхностный интеграл первого рода. Поверхностный интеграл второго рода. Поверхностно односвязная область. Формула Стокса.</p> <p>Формула Остроградского и ее геометрические приложения.</p> <p>Оператор Гамильтона. Градиент.</p> <p>Дивергенция (расходимость) векторного поля. Ротор. Поле роторов.</p> <p>Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля.</p> <p>Формулы Грина, Стокса и Остроградского-Гаусса в векторной форме.</p> <p>Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля.</p>
<p><b>ПК-2</b> способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b></p> <p>З1(ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ»:</p> <p>Основные методы и приемы математического анализа.</p> <p><b>УМЕТЬ</b></p> <p>У1(ПК-2) решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. находить локальные и глобальные экстремумы функций;</li> <li>2. находить условные экстремумы функции;</li> <li>3. раскладывать функции по формуле Тейлора;</li> <li>4. интегрировать функции;</li> <li>5. представить функцию в виде степенного ряда и ряда Фурье;</li> <li>6. находить длины кривых, площади плоских фигур, объемы и массы тел, площади поверхностей, координаты центра масс.</li> </ol> <p>У2(ПК-2) проводить доказательства математических утверждений</p> <p>У3(ПК-2) переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей, и использовать превосходства математической формулировки для их решения;</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b></p> <p>В1(ПК-2) различными методами и способами вычисления пределов, методами дифференциального и интегрального исчисления, методами разложения функции в степенные ряды и ряды Фурье;</p>
<p><b>ПК-3</b> способностью строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> логические принципы, на которых основаны доказательства утверждений в математическом анализе: необходимые и достаточные условия, эквивалентные утверждения, обратные и противоположные теоремы.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> приводить контрпримеры к теоремам и утверждениям из курса математического анализа в случае, когда некоторые из условий не выполнены</p>

полученного результата	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками применения основных методов математического анализа в прикладных задачах и численных вычислениях.
------------------------	--

### 3. Структура и содержание дисциплины «Математический анализ»

Объем дисциплины составляет **24** зачетных единиц, всего **864** часов, из которых

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

**240** часов занятия лекционного типа

**256** часа практические занятия

**11** часов мероприятия промежуточной аттестации;

**357** часа составляет **самостоятельная работа** обучающегося

#### Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Семестр	Всего (часы)	в том числе			
			контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы			Самостоятельная работа студента часы
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего контактных	
<b>1. Введение</b> Предмет математического анализа. Очерк истории развития математического анализа. Математическая символика, обозначения	1	9	2	2	4	5
<b>2. Множества действительных чисел и их свойства</b> Числовая прямая. Числовые множества: промежутки, интервалы, лучи. Окрестность точки. Ограниченные и неограниченные множества, грани множества. Существование точных граней ограниченных числовых множеств.	1	16	4	4	8	8
<b>3 Числовые последовательности:</b> Определение числовой последовательности. Сходимость и предел числовой последовательности. Примеры. Свойства пределов и числовых последовательностей. Теорема о единственности предела, теорема об ограниченности сходящейся последовательности, предельный переход в неравенствах, арифметические действия со	1	32	8	8	16	16

<p>сходящимися последовательностями.  Бесконечно малые и большие последовательности, связь между ними.  Свойства бесконечно малых последовательностей.  Предел монотонной последовательности.  Число <math>e</math>. Принцип вложенных отрезков.  Подпоследовательности и их пределы.  Теорема Больцано-Вейерштрасса.  Предельные точки числового множества.  Верхний и нижний пределы последовательности.  Критерий Коши существования предела.  Полнота числовой прямой: различные формулировки.</p>						
<p><b>4. Предел функции.</b>  Функции действительного переменного.  Область определения, множество значений.  Способы задания функций. График функции.  Определение предела функции в точке по Гейне и Коши, теорема об эквивалентности определений. Локальная ограниченность функции, имеющей предел.  Свойства пределов функций.  Предел суперпозиции.  Бесконечно малые функции и их сравнение.  Замечательные пределы. Раскрытие неопределенностей.  Обобщение понятия предела: односторонние пределы, бесконечно большие функции, пределы на бесконечности.  Критерий Коши существования конечного предела функции.</p>	1	51	14	14	28	23
<p><b>5. Непрерывность функции одной переменной</b>  Свойства непрерывных функций.  Различные определения непрерывности функции в точке.  Арифметические действия над непрерывными функциями.  Непрерывность суперпозиции.  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.</p>	1	44	12	12	24	20
<p><b>6. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.</b>  Задачи, приводящие к понятию производной.  Средняя и мгновенная скорость изменения процесса.  Производная и дифференциал функции в</p>	1	44	12	12	24	20

<p>точке. Дифференцируемость функции. Геометрический смысл производной и дифференциала. Касательная к графику функции в точке. Свойства производных и дифференциалов функций. Производная суперпозиции 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.</p>						
<p><b>7. Формула Тейлора</b>          Локальный экстремум функции. Теорема Ферма о необходимом условии локального экстремума. Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о среднем. Формула конечных приращений. Формула Тейлора. Различные представления остаточного члена формулы Тейлора. Формула Тейлора для некоторых элементарных функций. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Нахождение глобального экстремума функции. Приближенные методы нахождения корней уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод касательной, оценка погрешности.</p>	1	34	10	10	20	14
<p><b>8. Исследование функций и построение графиков.</b>          Условие монотонности функции. Достаточные условия локального экстремума. Направления выпуклости, вогнутости функции. Точки перегиба. Достаточное условие перегиба. Асимптоты функции. Общая схема исследования и построения графиков функции.</p>	1	22	6	6	12	10
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	3	2				
<p><b>Промежуточная аттестация. Зачет</b> с учетом текущей успеваемости (балльно-рейтинговая система). <b>Экзамен</b> в традиционной форме, включающий выполнение заданий, направленных на проверку формирования компетенции ОПК-1, ПК-2, ПК-3.</p>	1					
<b>1. Неопределенный интеграл:</b>	2	26	10	10	20	6



<p>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.</p>						
<p><b>2. Определенный интеграл:</b> 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 на отрезке. 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.</p>	2	22	8	8	16	6
<p><b>3. Приложения определенного интеграла:</b> 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.</p>	2	22	8	8	16	6

<b>4. Функции многих переменных и пределы:</b> Арифметическое евклидово пространство $R^n$ . Типы множеств в $R^n$ (открытые и замкнутые множества в $R^n$ ). Последовательность в $R^n$ . Сходимость и предел последовательности. Покоординатная сходимость. Критерий Коши сходимости последовательности в $R^n$ . Ограниченные и неограниченные множества в $R^n$ , связные множества. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Компакты. Критерий компактности. Функции многих переменных. График функции двух переменных. Линии и поверхности уровня. Пределы функции и их свойства. Критерий Коши.	2	22	8	8	16	6
<b>5. Непрерывные функции многих переменных</b> Различные определения непрерывности функции в точке. Непрерывность по совокупности 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.	2	24	8	8	16	8
<b>6. Дифференцирование функции многих переменных:</b> 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 смысл дифференциала. Частные производные высших порядков. Равенство смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Неинвариантность формы высших дифференциалов. Инвариантность при аффинной замене переменных. Формула Тейлора с различными формами остаточного члена. Приближенное вычисление значений функции с помощью формулы Тейлора. Формула Лагранжа конечных приращений.	2	22	8	8	16	6
<b>7. Неявно заданные функции:</b>	2	18	6	6	12	6

Неявно-заданные функции и система неявных функций, одной и многих переменных. Теоремы о существовании, единственности и дифференцируемости. Якобиан системы функций. Вычисление старших производных неявных функций. Уравнения касательной и нормали к графику функции, заданной неявно.						
<b>8. Экстремумы функций многих переменных</b> Необходимое условие локального экстремума. Стационарные точки. Достаточные условия экстремума. Условный экстремум функции. Метод множителей Лагранжа. Глобальные экстремумы функций (безусловные и условные).	2	24	8	8	16	8
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	3	2				
<b>Промежуточная аттестация. Зачет</b> с учетом текущей успеваемости (балльно-рейтинговая система). <b>Экзамен</b> в традиционной форме, включающий выполнение заданий, направленных на проверку формирования компетенции ОПК-1, ПК-2, ПК-3.	2					
<b>1. Числовые ряды:</b> Понятие числового ряда. Связь с приближенными вычислениями. Частичные суммы числового ряда, сходимость и расходимость рядов. Остаток ряда. Основные свойства числовых рядов. Необходимый признак сходимости. Гармонический и обобщенный гармонический ряды, их сходимость. 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. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница сходимости знакопеременных рядов. Оценки суммы и остатка знакопеременного 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.	3	40	8	10	18	22

<p><b>2. Функциональные последовательности и ряды:</b> 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.</p>	3	36	6	10	16	20
<p><b>3. Степенные ряды</b> 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. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора. Понятие ряда с комплексными членами. Формула Эйлера.</p>	3	36	8	8	16	20
<p><b>4. Несобственные интегралы:</b> Задачи, приводящие к понятию несобственных интегралов. Интеграл с бесконечными 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.</p>	3	32	6	8	14	18
<p><b>5. Определенные интегралы, зависящие от параметра</b> Равномерная сходимость функций по параметру. Критерий Коши равномерной сходимости.</p>	3	36	6	10	16	20

<p>Определенный интеграл как функция параметров. Предельный переход под знаком интеграла. Непрерывность, дифференцирование, интегрирование по параметру.</p> <p>Равенство повторных интегралов.</p> <p>Непрерывность и дифференцирование по параметру в случае, когда пределы интегрирования также зависят от параметра.</p> <p>Примеры приложения к вычислению определенных интегралов.</p>						
<p><b>6. Несобственные интегралы, зависящие от параметра</b></p> <p>Интегралы с бесконечными пределами, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости. Достаточный признак Вейерштрасса абсолютной и равномерной сходимости.</p> <p>Предельный переход, непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру. Равенство повторных интегралов.</p> <p>Интегралы от неограниченных функций, зависящие от параметра.</p> <p>Эйлеровы интегралы.</p>	3	32	6	8	14	18
<p><b>7. Ряды Фурье:</b></p> <p>Периодические функции. Понятие гармоник, амплитуды, фазы. Тригонометрическая система функций и тригонометрический ряд.</p> <p>Ортогональность тригонометрической системы. Вычисление коэффициентов равномерно сходящегося тригонометрического ряда через его сумму.</p> <p>Определение тригонометрического ряда Фурье.</p> <p>Периодическое продолжение произвольной функции. Стремление коэффициентов Фурье к нулю.</p> <p>Представление частичной суммы ряда Фурье для абсолютно-интегрируемой функции интегралом Дирихле. Принцип локализации.</p> <p>Поточечная сходимость рядов Фурье.</p> <p>Регулярные точки функции.</p> <p>Суммы Фейера. Теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами.</p> <p>Полнота и замкнутость тригонометрической системы. Экстремальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя.</p> <p>Условие полноты Парсеваля.</p> <p>Достаточные условия равномерной сходимости рядов Фурье. Оценки скорости сходимости рядов Фурье. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов Фурье.</p> <p>Ряды Фурье на произвольном интервале.</p> <p>Комплексная запись рядов Фурье.</p> <p>Интеграл Фурье и преобразование Фурье.</p>	3	37	8	10	18	19

<b>В т.ч. текущий контроль</b>	3	2				
<b>Промежуточная аттестация. Зачет</b> с учетом текущей успеваемости (балльно-рейтинговая система). <b>Экзамен</b> в традиционной форме, включающий выполнение заданий, направленных на проверку формирования компетенции ОПК-1, ПК-2, ПК-3.	3					
<b>1. Кратные интегралы</b> Задачи, приводящие к понятию кратного интеграла. Определение и свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных. Геометрический смысл якобиана преобразования. Полярная замена координат. Тройные и кратные интегралы. Приведение к повторным. Замена переменных. Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве. Геометрические приложения двойных интегралов: объем бруса, площадь поверхности в случае явного и параметрического задания. Приложения кратных интегралов к задачам механики: масса, статические моменты, центр масс, моменты инерции.	4	54	16	16	32	22
<b>2. Криволинейные интегралы</b> Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла. Криволинейный интеграл первого ряда, его вычисление. Криволинейный интеграл второго ряда. Соотношение криволинейных интегралов. Вычисление криволинейного интеграла второго ряда Ориентация контура. Плоская односвязная область. Интеграл по замкнутому контуру. Формула Грина. Вычисление площадей с помощью формулы Грина. Условия независимости интеграла от пути интегрирования. Восстановление функции двух переменных по ее полному дифференциалу.	4	54	16	16	32	22
<b>3. Поверхностные интегралы</b> Поверхностный интеграл первого рода. Вычисление с помощью двойного интеграла. Двусторонние поверхности. Поверхностный интеграл второго рода. Вычисление с помощью двойного интеграла. Связь поверхностных интегралов. Поверхностно односвязная область. Формула Стокса. Условия независимости криволинейного интеграла по пространственной кривой от пути интегрирования. Восстановление функции трех переменных по ее полному дифференциалу. Пространственно односвязная область.	4	54	16	16	32	22

Формула Остроградского и ее геометрические приложения.						
<b>4. Теория поля (Векторный анализ)</b> Физические задачи, приводящие к понятиям скалярного и векторного полей. Оператор Гамильтона. Градиент. Поле градиента. Дивергенция векторного поля. Ротор. Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля. Формулы Грина, Стокса и Остроградского-Гаусса в векторной форме. Соленоидальные векторные поля. Условия соленоидальности поля, физический смысл дивергенции. Потенциальные векторные поля. Критерий потенциальности векторного поля.	4	52	16	16	32	20
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	2	2				
<b>Промежуточная аттестация. Экзамен</b> в традиционной форме, включающий выполнение заданий, направленных на проверку формирования компетенции ОПК-1, ПК-2, ПК-3.						

#### 4. Образовательные технологии

Основной формой организации учебного процесса являются лекционные занятия. При выполнении практических работ, при самостоятельной работе и подготовке к зачету студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным в системе электронного обучения ННГУ по адресу <http://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1660>, режим доступа – требует авторизации.

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 домашних практических работ. На практических занятиях выделяется время для обсуждения практических работ.

#### 5. 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: Учеб.

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

2. 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>

### 5.3 Вопросы для контроля:

1. Сформулируйте определение окрестности точки  $x \in \mathbb{R}$ .
2. Сформулируйте определение  $\varepsilon$ -окрестности точки  $x \in \mathbb{R}$ .
3. Сформулируйте определение окрестности  $+\infty$ .
4. Сформулируйте определение окрестности  $-\infty$ .
5. Сформулируйте определение окрестности  $\infty$ .
6. Сформулируйте определения ограниченного, неограниченного множества.
7. Какое число называется верхней гранью множества.
8. Дайте определение точной верхней (нижней) грани множества.
9. Всегда ли существуют точные верхние грани множества?
10. Сформулируйте определение предела последовательности.
11. Сформулируйте определение сходящейся (расходящейся) последовательности.
12. Какая последовательность называется бесконечно малой (бесконечно большой)?
13. Сколько пределов может иметь сходящаяся последовательность?
14. Перечислите свойства пределов, связанные с неравенствами.
15. Сформулируйте определение ограниченной (неограниченной) последовательности.
16. Всякая ли сходящаяся последовательность ограничена? Всякая ли ограниченная последовательность сходится?
17. Сформулируйте свойства бесконечно малых последовательностей.
18. Сформулируйте определение монотонной последовательности.
19. Сформулируйте определение возрастающей (убывающей) последовательности.
20. Если последовательность монотонная, она будет иметь предел?
21. Как определяется число  $e$ ?
22. Сформулируйте определение фундаментальной последовательности.
23. Сформулируйте критерий Коши существования предела последовательности.
24. Дайте определение частичного предела.
25. Сформулируйте критерий частичного предела.
26. Что такое верхний (нижний) предел последовательности?
27. Какая связь между сходимостью последовательности и ее частичными пределами?
28. Сформулируйте определение по Гейне предела функции.
29. Сформулируйте определение по Коши  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ , где  $a, b \in \mathbb{R}$ . Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
30. Сформулируйте определение по Коши  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +\infty$ , где  $a \in \mathbb{R}$ . Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
31. Сформулируйте определение по Коши  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$ . Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
32. Сформулируйте определение по Коши  $\lim_{x \rightarrow a-0} f(x) = -\infty$ , где  $a \in \mathbb{R}$ . Приведите соответствующий пример (с геометрической иллюстрацией).
33. Сформулируйте определение бесконечно малой функции.
34. Сформулируйте определение бесконечно большой функции.
35. Сформулируйте определение бесконечно малых функций одного порядка.
36. Сформулируйте определение эквивалентных бесконечно малых функций.
37. Сформулируйте определение порядка малости одной функции относительно другой.
38. Сформулируйте определение приращения функции.
39. Сформулируйте определение непрерывности функции в точке (любое).
40. Сформулируйте определение непрерывности функции на множестве.
41. Сформулируйте определение точки разрыва.
42. Сформулируйте определение точки устранимого разрыва.



43. Сформулируйте определение точки разрыва I-го рода.
44. Сформулируйте определение точки разрыва II-го рода.
45. Сформулируйте основные свойства непрерывных функций на отрезке (теоремы Вейерштрасса, теоремы Больцано-Коши).
46. Дайте классификацию точек множества на числовой прямой.
47. Какое множество называется открытым? Замкнутым? Может ли множество быть открытым и одновременно замкнутым?
48. Сформулируйте определение производной функции в точке.
49. Сформулируйте определение односторонней производной функции.
50. Сформулируйте определение производной n-го порядка.
51. Сформулируйте определение дифференцируемой функции в точке.
52. Сформулируйте определение дифференциала первого порядка.
53. Какой геометрический смысл имеет производная функции в точке и дифференциал функции в точке?
54. Сформулируйте определение дифференциала n-го порядка.
55. Сформулируйте необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции в точке.
56. Сформулируйте теорему о связи дифференцируемости и непрерывности функции.
57. Как найти производную (дифференциал) произведения.
58. Как найти производную (дифференциал) частного.
59. В чем заключается свойство инвариантности формы записи дифференциала первого порядка.
60. Продемонстрируйте неинвариантность формы второго дифференциала.
61. Сформулируйте определение возрастающей строго (нестрого) функции.
62. Сформулируйте определение убывающей строго (нестрого) функции.
63. Сформулируйте определение монотонной функции.
64. Сформулируйте определение локального минимума (максимума).
65. Сформулируйте основные теоремы о дифференцируемых на интервале функциях: Ферма, Ролля, Лагранжа.
66. Какие следствия из теоремы Лагранжа вам известны?
67. Что такое формула Тейлора?
68. Сформулируйте определение строгого локального минимума (максимума).
69. Сформулируйте определение экстремума.
70. Сформулируйте определение строгого экстремума.
71. Сформулируйте определение стационарной точки.
72. Сформулируйте определение критической точки.
73. Сформулируйте необходимое условие экстремума?
74. Сформулируйте достаточные условия экстремума?
75. Какая точка называется точкой перегиба дифференцируемой функции?
76. Сформулируйте необходимое условие точки перегиба.
77. Сформулируйте достаточное условие точки перегиба.
78. Сформулируйте определение вертикальной, наклонной асимптоты.
79. Сформулируйте необходимое и достаточное условие наличия наклонной асимптоты.
80. Что такое первообразная и неопределенный интеграл?
81. Сформулируйте свойства неопределенного интеграла.
82. Чему равен интеграл от суммы функций?
83. Равен ли интеграл от произведения функций произведению интегралов от этих функций? Приведите пример.
84. Перечислите простейшие рациональные дроби.
85. Какое выражение называется дифференциальным биномом?
86. При каких условиях дифференциальный бином интегрируется в элементарных функциях?

87. Сформулируйте понятие определенного интеграла (интеграла Римана).
88. Какое условие является необходимым для интегрируемости функции?
89. Что такое суммы Дарбу и зачем они нужны?
90. Какие функции являются интегрируемыми по Риману?
91. Что такое интеграл с переменным верхним пределом?
92. Какими свойствами обладает интеграл с переменным верхним пределом?
93. Какая связь между определенным и неопределенным интегралом?
94. Как задается кривая на плоскости и в пространстве? Что такое параметризация кривой?
95. Сформулируйте определение длины дуги и спрямляемой кривой.
96. Как определяется площадь плоской фигуры по Жордану?
97. Как найти площадь криволинейной трапеции, криволинейного сектора?
98. Как найти площадь плоской фигуры с параметрически заданной границей?
99. Как найти площадь поверхности и объем тел вращения?
100. Что такое векторное пространство  $R^n$ ?
101. Дайте определение евклидова пространства.
102. Какое пространство называется метрическим?
103. Что является пределом последовательности в пространстве  $R^n$ ?
104. Что такое покоординатная сходимость?
105. Что такое повторные пределы функции двух переменных?
106. Сформулируйте определение предела функции нескольких переменных.
107. Какая функция называется непрерывной в точке по совокупности переменных?
108. Какая функция называется непрерывной в точке по отдельным переменным?
109. Какое множество называется компактным?
110. Сформулируйте критерий Больцано-Вейерштрасса компактности множества.
111. Какое множество называется связным?
112. Сформулируйте свойства непрерывных функций на компактном множестве (теоремы Вейерштрасса, теорема Кантора).
113. Сформулируйте свойства непрерывных функций на связном множестве (теоремы Больцано-Коши).
114. Дайте определение частной производной функции.
115. Какая функция двух переменных называется дифференцируемой в точке?
116. Если функция имеет частные производные в точке, будет ли она дифференцируемой в этой точке?
117. Сформулируйте достаточное условие дифференцируемости функции в точке.
118. Что такое касательная плоскость и нормаль к поверхности?
119. Напишите формулу Тейлора для функции многих переменных.
120. Какая функция называется заданной неявно?
121. Каким условиям должна удовлетворять функция  $F(x,y)$ , чтобы уравнение  $F(x,y)=0$  определяло в окрестности точки  $x^0$  единственную непрерывную функцию  $y(x)$  так, что  $y(x^0)=y^0$ . При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки  $x^0$ ?
122. Каким условиям должна удовлетворять функция  $F(x,y,z)$ , чтобы уравнение  $F(x,y,z)=0$  определяло в окрестности точки  $(x^0, y^0)$  единственную непрерывную функцию  $z(x,y)$  так, что  $z(x^0, y^0)=z^0$ . При каких условиях эта функция будет дифференцируемой в окрестности точки  $(x^0, y^0)$ ?
123. Какая функция называется заданной неявно системой уравнений?
124. Сформулируйте теорему о неявной функции, заданной системой уравнений?
125. Что такое замена переменных?
126. Дайте определение локального экстремума функции нескольких переменных.
127. Сформулируйте необходимое условие локального экстремума, достаточное условие локального экстремума.

128. Какая точка называется точкой условного экстремума функции нескольких переменных?
129. Как найти условный экстремум функции?
130. В чем заключается метод множителей Лагранжа?
131. Что такое числовой ряд?
132. Что называется суммой ряда?
133. Какой числовой ряд называется сходящимся (расходящимся)?
134. Сформулируйте необходимое условие сходимости числового ряда?
135. Если общий член ряда стремится к нулю, что можно сказать о сходимости ряда?
136. Сформулируйте критерий Коши сходимости числового ряда.
137. Какой числовой ряд называется гармоническим и почему он так называется?
138. Сходится ли гармонический ряд и почему?
139. Какой числовой ряд называется знакоположительным?
140. Сформулируйте признаки сходимости знакоположительного числового ряда.
141. Ограниченность последовательности частичных сумм, признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный признак Коши-Маклорена.
142. Что значит: ряд сходится абсолютно? Условно?
143. Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством ассоциативности сложения? Когда это возможно?
144. Можно ли при нахождении суммы ряда пользоваться свойством коммутативности сложения? Когда это возможно?
145. Сформулируйте признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда.
146. Как оценить остаток знакочередующегося ряда?
147. Сформулируйте признаки Дирихле и Абеля сходимости произвольных рядов.
148. Дайте понятия функциональной последовательности, функционального ряда.
149. Как найти область сходимости функциональной последовательности, функционального ряда?
150. Дайте определение поточечной и равномерной сходимости на множестве функциональной последовательности, функционального ряда.
151. Сформулируйте признаки равномерной сходимости функциональной последовательности, функционального ряда (критерий Коши, достаточные признаки Вейерштрасса, Дирихле, Абеля).
152. 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»?
153. Какой ряд называется степенным?
154. Как найти радиус сходимости степенного ряда?
155. Что является областью сходимости степенного ряда?
156. Сходится ли степенной ряд в области сходимости равномерно?
157. Будет ли непрерывной сумма степенного ряда в области сходимости?
158. Когда говорят, что функция раскладывается в степенной ряд в некоторой точке?
159. Как определить, раскладывается ли функция в степенной ряд?
160. Какие степенные ряды можно получить при разложении функции?
161. Какая функция называется аналитической?
162. Сформулируйте теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Каково значение этих теорем?
163. Какое пространство называется бесконечномерным евклидовым пространством?
164. Приведите пример бесконечномерного евклидова пространства. Определите в нем скалярное произведение, норму, метрику.
165. Что такое сходимость по норме, сходимость в среднем?
166. Какая система функций называется ортогональной? Приведите пример.

167. Какая система функций называется ортонормированной? Приведите пример.
168. Какой ряд называется общим рядом Фурье. Каким свойством обладают коэффициенты Фурье?
169. Что из себя представляет неравенство Бесселя, равенство Парсеваля?
170. Сформулируйте свойства полноты и замкнутости ортонормированной системы.
171. Запишите ряд Фурье по тригонометрической системе.
172. Как записать ряд Фурье для чётных и нечётных функций?
173. Когда ряд Фурье, построенный по некоторой функции, сходится к ней равномерно? Поточечно?

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. 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 компетенции ОПК-1,

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
<b>УМЕТЬ</b> <i>У1(ОПК1) – использовать базовые знания математики</i> <b>ВЛАДЕТЬ</b> <i>В1(ОПК1) математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры</i> <b>ЗНАТЬ</b> <i>З1(ОПК1) – основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</i>	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования 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»
	<b>Уметь</b> У1 с рядом негрубых ошибок. <b>Владеть</b> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  50-59 баллов «Удовлетворительно»
	<b>Уметь</b> У1 с незначительными погрешностями. <b>Владеть</b> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.	Хороший уровень формирования компетенции.  60-79 баллов «Хорошо»

	<u>Критерии оценивания</u> <u>(дескрипторы)</u> <b>Уметь</b> У1 без ошибок и погрешностей. <b>Владеть</b> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.	<u>Шкала оценивания</u> Очень хороший уровень формирования компетенции 80-89 баллов «Очень хорошо»
	<b>Уметь</b> У1. <b>Владеть</b> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.	Отличный уровень формирования компетенции 90-99 баллов «Отлично»
	<b>Знать</b> основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. <b>Уметь</b> У1 Свободно. <b>Владеть</b> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.	Превосходный уровень формирования компетенции 100 баллов «Превосходно»

*Оценка уровня формирования компетенции ПК-2*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
<b>ЗНАТЬ</b> З1(ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ»: Основные методы и приемы математического анализа. З1(ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Математический анализ»: Основные методы и приемы математического анализа.	Незнание основных приемов при решении стандартных задач, отсутствие навыков.	Плохой уровень формирования компетенции. 0-19 баллов - «Плохо»
	Наличие грубых ошибок при решении и незнание точных условий применения методов математического анализа	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. 20-49 баллов – «неудовлетворительно»
	Негрубые ошибки в применении основных методов.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. 50-59 баллов «Удовлетворительно»
<b>УМЕТЬ</b> У1(ПК2) решать математические задачи и проблемы, аналогичные		

<p>ранее изученным</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b></p> <p>В1(ПК2) различными методами и способами вычисления пределов, методами дифференциального и интегрального исчисления, методами разложения функции в степенные ряды и ряды Фурье</p>	<p>Незначительные погрешности при владении большинством навыков, особенно в стандартных вопросах и задачах</p>	<p>Хороший уровень формирования компетенции.</p> <p>60-79 баллов</p> <p>«Хорошо»</p>
	<p>Без ошибок и погрешностей решение стандартных задач, точные формулировки основных определений и фактов математического анализа, возможность некоторого продвижения в нестандартных задачах.</p>	<p><u>Шкала оценивания</u></p> <p>Очень хороший уровень формирования компетенции</p> <p>80-89 баллов</p> <p>«Очень хорошо»</p>
	<p>Знания и умения без ошибок и погрешностей формулировать точные утверждения и решать типичные задачи, а также ориентироваться в нестандартных задачах, когда преподавателем дается некоторое указание..</p>	<p>Отличный уровень формирования компетенции</p> <p>90-99 баллов</p> <p>«Отлично»</p>
	<p>Свободное владение всеми навыками математического анализа и демонстрация их как в стандартных, так и в нестандартных ситуациях.</p>	<p>Превосходный уровень формирования компетенции</p> <p>100 баллов</p> <p>«Превосходно»</p>

*Оценка уровня формирования компетенции ПК-3*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
<p><b>ЗНАТЬ:</b> логические принципы, на которых основаны доказательства утверждений в математическом анализе: необходимые и достаточные условия, эквивалентные утверждения,</p>	<p>Отсутствие логических связей, путаница в понятиях.</p>	<p>Плохой уровень формирования компетенции.</p> <p>0-19 баллов - «Плохо»</p>

<p>обратные и противоположные теоремы.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> приводить контрпримеры к теоремам и утверждениям из курса математического анализа в случае, когда некоторые из условий не выполнены</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками применения основных методов математического анализа в прикладных задачах и численных вычислениях.</p>	Наличие грубых ошибок при изложении материала, даже в тех ситуациях, когда преподаватель указывает на ошибки и поправляет.	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.  20-49 баллов – «неудовлетворительно»
	Возможность исправить грубые ошибки в ситуации, когда преподаватель указывает на них.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  50-59 баллов «Удовлетворительно»
	Наличие погрешностей (пробелов) при решении задач и формулировке результатов при владении большинством основных навыков.	Хороший уровень формирования компетенции.  60-79 баллов «Хорошо»
	Возможность без ошибок и пробелов в рассуждениях продемонстрировать результаты в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции  80-89 баллов «Очень хорошо»
	Знание основных методов и умений, возможность без ошибок и пробелов в рассуждениях продемонстрировать результаты в стандартных ситуациях и продвинуться в нестандартных.	Отличный уровень формирования компетенции  90-99 баллов «Отлично»
	Свободное владение материалом, возможность справиться без ошибок и пробелов с нестандартными задачами, в том числе связанными с приложениями. Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции  100 баллов «Превосходно»

## 6.2. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Математический анализ» используется балльная система оценки учебной работы

студентов. Итоговая оценка студента складывается из оценок: баллы за тесты, баллы за выполнение домашних практических работ, балл за ответ на вопросы на зачете. По результатам промежуточной аттестации в виде зачета проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

По результатам промежуточной аттестации в виде экзамена проставляются оценки «Превосходно», «Отлично», «Очень хорошо», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно», «Плохо» в соответствии с таблицей (ниже).

Количество баллов за тест вычисляется автоматически системой электронного тестирования.

*Соответствие между баллами и качественной оценкой*

Активности	Баллы	Качественная оценка
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 98-100 %,</li> <li>• Выполнение домашних работ (100%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам</li> </ul>	98-100	Превосходно
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 91-98 %,</li> <li>• Выполнение домашних работ (100%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам</li> </ul>	91-98	Отлично
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 80-89%,</li> <li>• Выполнение домашних работ (100%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам,</li> </ul>	80 – 89	Очень хорошо
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 60-79%,</li> <li>• Выполнение домашних работ (100%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам,</li> </ul>	60-79	Хорошо
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 50 – 59%,</li> <li>• Выполнение домашних работ (100%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам,</li> </ul>	50 – 59	Удовлетворительно
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл 20-49%,</li> <li>• Выполнение домашних работ (60%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам,</li> </ul>	20-49	Неудовлетворительно
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тесты ср. балл ниже 19%,</li> <li>• Выполнение домашних работ (50%)</li> <li>• ответ вопросы согласно дескрипторам</li> </ul>	0-19	Плохо



### 6.3. 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. 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 результатов обучения в виде умений У1(ПК2) (1) и владений В1(ПК2) формирования ПК-2.

Вариант 1.

1. Доказать по определению, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{1-2n} = -\frac{1}{2}$ .
2. Найти пределы последовательностей  $a_n$ , обосновывая свои действия:

$$(a) \quad a_n = \frac{(n+1)^5 + (n-1)^5 - (2n+3)^5}{n^2 + (4-n)^5};$$

$$(b) \quad a_n = \frac{n \sqrt[3]{6n} - \sqrt[4]{81n^6 - 1}}{(n+4\sqrt{n})\sqrt{n^2-5}};$$

$$(c) \quad a_n = \sqrt{n^6 + 8(\sqrt{n^3 + 2} - \sqrt{n^3 + 1})};$$

$$(d) \quad a_n = \sqrt[n]{\frac{2^n + 3^n}{4^n - 2^n}}.$$

3. Пользуясь теоремой о монотонной и ограниченной последовательности, доказать сходимость последовательности  $a_n = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{n^2}$ .
  4. Пользуясь критерием Коши, доказать расходимость последовательности  $a_n = 1 + \frac{1}{\sqrt[5]{2}} + \frac{1}{\sqrt[5]{3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt[5]{n}}$ .
- ❖ Вопросы к тесту для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ПКЗ)(2,3,4) формирования ПК-3.

### Вопрос 1

**Тип:** множественный выбор

#### Формулировка вопроса:

К какому значению приближаются члены последовательности  $a_n = \frac{n-1}{n}$  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  $a_n = \frac{2n+1}{n}$  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  $a_n = \frac{n^2+1}{n^2}$ . 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  $a_n$ , если

**Варианты ответов:**

1.  $\exists \varepsilon > 0: \forall N \quad \forall n > N \quad |a_n - a| < \varepsilon$
2.  $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad |a_n - a| < \varepsilon$
3.  $\exists \varepsilon > 0: \forall N \quad \exists n > N: |a_n - a| < \varepsilon$
4.  $\forall N > 0 \quad \exists \varepsilon > 0: \forall n > N \quad |a_n - a| < \varepsilon$

**Вопрос 5**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Из какого высказывания следует, что число  $a$  является пределом последовательности  $a_n$ ?

**Варианты ответов:**

- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad 0 < a_n < a + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad a < a_n < a + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad a < a_n < a_n + \varepsilon$
- $\forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad a_n > a$

**Вопрос 6**

**Тип:** одиночный выбор

**Формулировка вопроса:**

Последовательность  $a_n$  будет расходящейся, если

**Варианты ответов:**

- $\exists a: \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad |a_n - a| > \varepsilon$
- $\exists a: \exists \varepsilon > 0 \quad \forall N \quad \exists n > N \quad |a_n - a| > \varepsilon$
- $\forall a \exists \varepsilon > 0: \forall N \quad \exists n > N: |a_n - a| > \varepsilon$
- $\forall a \quad \forall \varepsilon > 0 \exists N(\varepsilon): \forall n > N \quad |a_n - a| > \varepsilon$

**Вопрос 7**

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений эквивалентны тому, что последовательность  $a_n$  сходится к  $a$ ?

**Варианты ответов:**

- Члены последовательности  $a_n$  приближаются к числу  $a$  с увеличением номера  $n$
- Члены последовательности  $a_n$  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  $a_n$  является бесконечно большой, если

#### Варианты ответов:

- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad |a_n| < E$
- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad |a_n| > E$
- $\exists E > 0 \forall N \exists n(E) > N: |a_n| > E$
- $\exists E > 0 \forall N \exists n(E) > N: |a_n| < E$

### Вопрос 9

Тип: одиночный выбор

#### Формулировка вопроса:

Последовательность  $a_n$  расходится к  $+\infty$ , если

#### Варианты ответов:

- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad |a_n| > E$
- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad |a_n| < E$
- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad a_n < E$
- $\forall E > 0 \exists N(E): \forall n > N \quad a_n > E$

### Вопрос 10

Тип: множественный выбор

#### Формулировка вопроса:

Дана последовательность  $a_n = n^{(-1)^n}$ . Какие из утверждений справедливы для нее?

#### Варианты ответов:

- Последовательность является бесконечно большой
- Последовательность расходится к  $+\infty$
- 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:**

5.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = c \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} c_n = c \wedge a_n < b_n < c_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = c$
6.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = c \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} c_n = c \wedge a_n \leq c_n \leq b_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = c$
7.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = c \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = c \wedge a_n \leq c_n \leq b_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} c_n = c$
8.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = c \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} c_n = c \wedge a_n < c_n \leq b_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = c$

**Вопрос 14**

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} n = +\infty \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 = +\infty \right) \Rightarrow n^2 > n$
2.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} n = +\infty \wedge n^2 > n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 = +\infty$
3.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 = +\infty \wedge n^2 > n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} n = +\infty$
4.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} n = +\infty \wedge n^2 \geq n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 = +\infty$
5.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} n^2 = +\infty \wedge n^2 \geq n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} n = +\infty$

### Вопрос 15

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0 \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0 \right) \Rightarrow \frac{1}{n^2} < \frac{1}{n}$
2.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0 \wedge 0 < \frac{1}{n^2} < \frac{1}{n} \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0$
3.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0 \wedge 0 < \frac{1}{n^2} < \frac{1}{n} \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$
4.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0 \wedge 0 < \frac{1}{n^2} \leq \frac{1}{n} \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0$
5.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0 \wedge \frac{1}{n} \geq \frac{1}{n^2} > 0 \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$

### Вопрос 16

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = b \right) \Rightarrow a = b$
2.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} y_n = a \right) \Rightarrow x_n = y_n$
3.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a \wedge a = b \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = b$
4.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a \wedge x_n = y_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} y_n = a$

### Вопрос 17

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = a + b$
2.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = a + b \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b$
3.  $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = a + b \Rightarrow \left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \right)$
4.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = a + b \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \right) \Rightarrow \left( \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \right)$
5.  $\left( (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n)) \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$

6.  $\left( \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$
7.  $\left( \exists \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) \right) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$

### Вопрос 18

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = ab$
2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = c \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \frac{c}{a}$
3.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = ab \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b$
4.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = ab \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a$
5.  $\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$
6.  $(\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} b_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$
7.  $(\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$

### Вопрос 19

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными?

**Варианты ответов:**

1.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = b \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0$
2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0$
3.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} b_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0$
4.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0 \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$
5.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0 \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \vee \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$
6.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0 \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \wedge \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$
7.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0 \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$
8.  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 0 \wedge (\exists \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \neq 0) \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$

### Вопрос 20

**Тип:** Множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Какие из утверждений являются верными для последовательностей  $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$ ,  $\{a_n + b_n\}$ ?

Символ & означает логическое «и».

**Варианты ответов:**

1.  $\{a_n\}$  – расходится  $\Rightarrow \{a_n + b_n\}$  – расходится
2.  $\{a_n\}$  – расходится &  $\{b_n\}$  – сходится  $\Rightarrow \{a_n + b_n\}$  – расходится
3.  $\{a_n\}$  – расходится &  $\{b_n\}$  – расходится  $\Rightarrow \{a_n + b_n\}$  – расходится
4.  $\{a_n + b_n\}$  – расходится &  $\{b_n\}$  – расходится  $\Rightarrow \{a_n\}$  – расходится
5.  $\{a_n + b_n\}$  – расходится &  $\{b_n\}$  – сходится  $\Rightarrow \{a_n\}$  – расходится
6.  $\{a_n + b_n\}$  – сходится &  $\{b_n\}$  – сходится  $\Rightarrow \{a_n\}$  – сходится
7.  $\{a_n + b_n\}$  – сходится &  $\{b_n\}$  – расходится  $\Rightarrow \{a_n\}$  – расходится
8.  $\{a_n + b_n\}$  – сходится &  $\{b_n\}$  – сходится  $\Rightarrow \{a_n\}$  – расходится

❖ Экзаменационный билет на оценивание 31(ПК-3), У2(ПК-3)

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского  
Институт информационных технологий, математики и механики  
Кафедра ДУМЧА  
Дисциплина математический анализ

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. Определение предела последовательности. Доказать, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^k}{a^n} = 0 \quad (a > 1)$$

2. Определение производной. Вывести формулу производной для функций

$$y = x^\alpha, \alpha \in \mathbb{R}, y = \sin x.$$

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

❖ Пример на проверку У3(ПК-3) умения проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;

Доказать, что если  $\forall n \in \mathbb{N}, x_n > 0$  и  
 $\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} x_n = \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{x_n} = 1$ , то  $\{x_n\}$  – сходящаяся.

❖ Пример на проверку У5(ПК-3) умения решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления

Существует ли  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sin n$ , где  $n$  – натуральное число. Ответ обосновать.

**6.5. 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](http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf)



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

а) основная литература:

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 1. М.: Наука, 1962 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 2. М.: Наука, 1964 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том 3. М.: Наука, 1966 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
4. Рудин У. Основы математического анализа (2-е изд.). М.: Мир, 1976 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
5. Демидович Б. П. - Сборник задач и упражнений по математическому анализу: учеб. пособие. - СПб.: МИФРИЛ, 1995. - 489 с. (303 экз.)

б) дополнительная литература

6. Спивак М. Математический анализ на многообразиях. М.: Мир, 1968 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
7. Лузин Н.Н. Интегральное исчисление (7-е изд.). М.: Высш. шк., 1961 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
8. Марон И.А. Дифференциальное и интегральное исчисление в примерах и задачах. Функции одной переменной. М.: Наука, 1970 ([djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm)) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

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

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

## **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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению **02.03.01 Математика и компьютерные науки**

Автор к.ф.-м.н., доцент Малкин М.И.

Программа одобрена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_ протокол № \_\_.

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

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

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