

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»**

Физический

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана  
физического факультета \_\_\_\_\_

Малышев А.И.

« 30 » августа 2017г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Математический анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 «Физика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Физика конденсированного состояния

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017

*год набора 2014*

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б.1.Б.6.1 «Математический анализ» относится к базовой части и обязательна для освоения на первом и втором году очно-заочной формы обучения в первом, втором и третьем семестрах. Трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц.

**Целями освоения дисциплины являются.**

Математический анализ является первым математическим курсом, наряду с аналитической геометрией и линейной алгеброй, которые изучаются студентами, обучающимися по направлению подготовки «Физика». Именно в нем закладывается фундамент математического образования физиков, это определяет его важнейшую роль во всей системе образования для данного направления подготовки. В перечень дисциплин, в которых будут использованы знания по математическому анализу, входят практически все курсы и дисциплины, изучаемые на физическом факультете: общая физика, теоретическая механика, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, методы математической физики, электродинамика, термодинамика и статистическая физика, а также большинство дисциплин специализации.

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2: способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	<p><b>ЗНАТЬ</b>  <i>З1 (ОПК-2)</i> основополагающие принципы, понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач; приложения математических методов к классическим задачам физики.</p> <p><b>УМЕТЬ</b>  <i>У1 (ОПК-2)</i> применять методы и приемы решения задач из различных разделов математического анализа; применять математические методы для решения задач физики; использовать адекватный математический аппарат; выполнять математическую обработку результатов экспериментов; выполнять приближенные вычисления и оценивать их погрешность; использовать методы математического моделирования в практической деятельности; самостоятельно работать с математической литературой.</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b>  <i>В1 (ОПК-2)</i> навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач, современными знаниями о математическом анализе и его приложениях.</p>

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 15 зачетных единиц, всего 540 часов, из которых 249 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (96 часов занятия лекционного типа, 144 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), в том числе 6 часов - мероприятия текущего контроля успеваемости, 9 часов - мероприятия промежуточной аттестации), 291 час составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины.**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	
<b>1 семестр</b>						
Модуль 1. Введение в анализ.	21	4	8		12	9
Модуль 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.	30	10	10		20	10
Модуль 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.	61	17	22		39	22
Модуль 4. Интегральное исчисление функций одной переменной.	65	17	24		41	24
В т.ч.текущий контроль	2		2		2	
<b>Промежуточная аттестация – Экзамен, зачет</b>						
<b>2 семестр</b>						
Модуль 5. Дифференциальное исчисление функций многих переменных.	38	12	12		24	14
Модуль 6. Кратные интегралы.	25	8	8		16	9
Модуль 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.	21	6	6		12	9
Модуль 8. Интегралы несобственные и зависящие от параметра.	21	6	6		12	9
В т.ч.текущий контроль	2		2		2	
<b>Промежуточная аттестация – Экзамен, зачет</b>						
<b>3 семестр</b>						
Модуль 9. Числовые, функциональные и степенные ряды.	71	9	24		33	38
Модуль 10. Ряд и интеграл Фурье. Элементы теории обобщенных функций.	70	7	24		31	39
В т.ч.текущий контроль	2		2			
<b>Промежуточная аттестация – Экзамен, зачет</b>						

**Содержание модулей дисциплины****Модуль 1. Введение в анализ**

Предмет математики. Физические явления как источник математических понятий. Понятие множества, операции с множествами. Функция действительного переменного, область определения и область изменения, способы задания функции. Графики основных элементарных функций (прямая, парабола, кубическая парабола, окружность, гипербола, показательная и логарифмическая функции, тригонометрические функции). Обратные тригонометрические функции и их свойства. Преобразование графиков. Построение графиков с помощью цепочки преобразований. Действия с графиками. График сложной функции. График функции, заданной параметрически. Полярные координаты.

## **Модуль 2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции**

Понятие последовательности действительных чисел. Предел последовательности. Геометрический смысл предела последовательности. Теорема о единственности предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Предельные переходы в равенствах и неравенствах. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности, число  $e$ . Понятие подпоследовательности, частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности. Вычисление пределов последовательностей.

Предел функции действительного переменного по Коши и по Гейне. Геометрический смысл предела функции действительного переменного. Односторонние пределы. Свойства пределов функций. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Первый и второй замечательные пределы и следствия из них. Классификация бесконечно малых и бесконечно больших функций. Эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие функции. Вычисление пределов, в частности, применение замены на эквивалентную функцию и метода выделения главной части при вычислении пределов.

Непрерывность функции действительного переменного в точке и на множестве. Арифметические действия с непрерывными функциями. Непрерывность сложной функции. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Сохранение знака непрерывной функции; существование корня у функции, принимающей на концах отрезка значения разных знаков; теорема о промежуточных значениях. Теоремы Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции и о достижении непрерывной функции на отрезке своих точных верхней и нижней граней. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Односторонняя непрерывность. Классификация точек разрыва.

## **Модуль 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной**

Производные и односторонние производные, бесконечные производные. Геометрический и физический смысл производной. Правила дифференцирования и таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Производная сложной функции. Логарифмическое дифференцирование, производная степенно-показательной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Инвариантность формы первого и неинвариантность формы высших дифференциалов. Параметрически заданные функции и их дифференцирование. Производная функции, заданной неявно. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора и формула Маклорена. Разложения по формуле Маклорена основных элементарных функций. Приложения формулы Тейлора. Признаки монотонности функции на промежутке. Экстремумы и правила их нахождения. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба. Асимптоты. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций и построению графиков.

Кривые на плоскости и в пространстве: понятие длины кривой, натуральный параметр, достаточное условие спрямляемости кривой, кривизна кривой, радиус и центр кривизны.

## **Модуль 4. Интегральное исчисление функций одной переменной**

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Техника интегрирования (непосредственное интегрирование с помощью таблиц, метод разложения, замена переменной, интегрирование по частям, приведение квадратного трехчлена к каноническому виду). Разложение многочлена с действительными коэффициентами на множители. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших рациональных дробей. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций. Сведение интегралов от иррациональных и тригонометрических функций к интегрированию рациональных функций.

Определенный интеграл. Условие существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложение определенного интеграла к вычислению длин дуг, площадей плоских фигур, объемов и площадей поверхности тел вращения.

### **Модуль 5. Дифференциальное исчисление функций многих переменных**

Понятие функции двух переменных, ее геометрическое изображение. Функции трех и более переменных. Понятие  $n$ -мерного арифметического пространства, евклидова пространства, норма, метрика, скалярное произведение.

Предел и непрерывность. Двойные и повторные пределы. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные. Дифференцируемость функции многих переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Достаточные условия дифференцируемости функции многих переменных. Производная сложной функции. Дифференциал функции многих переменных, применение дифференциалов к приближенным вычислениям. Производная по направлению. Градиент. Связь производной по направлению с градиентом. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности. Геометрический смысл дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных. Формула Тейлора. Экстремум.

Неявные функции. Теоремы о существовании неявной функции. Функциональные определители. Существование системы неявных функций. Условный экстремум. Правило множителей Лагранжа. Замена переменных в дифференциальных выражениях.

### **Модуль 6. Кратные интегралы**

Определение двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному. Криволинейные координаты на плоскости. Полярные и эллиптические координаты. Замена переменных в двойном интеграле. Тройной интеграл. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле. Сферические и цилиндрические координаты.

Мера Жордана. Измеримые множества. Необходимое и достаточное условие измеримости множества на плоскости. Приложения двойных и тройных интегралов: вычисление площади плоской фигуры, объема тела, площади поверхности, массы, координат центра масс, статических моментов и моментов инерции.

### **Модуль 7. Криволинейные и поверхностные интегралы**

Определение криволинейных интегралов. Основные формулы вычисления криволинейных интегралов. Циркуляция вектора. Вычисление работы силы. Формула Грина. Вычисление площади с помощью криволинейных интегралов. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Определения поверхностных интегралов первого и второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Поток вектора через поверхность. Скалярные и векторные поля. Теорема Гаусса-Остроградского, ее векторная форма. Дивергенция векторного поля и ее инвариантное определение. Теорема Стокса и ее векторная форма. Ротор и его инвариантное определение.

### **Модуль 8. Интегралы несобственные и зависящие от параметра**

Определение несобственных интегралов первого и второго рода. Эталонные интегралы. Свойства сходящихся интегралов. Критерии сходимости несобственных интегралов. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов. Мажорантный признак сравнения. Предельный признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Признак Абеля. Признак Дирихле. Расширение методов интегрирования на несобственные интегралы. Замена переменных. Интегрирование по частям. Главное значение несобственного интеграла. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, дифференци-

рование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы от параметра. Интегралы Эйлера первого и второго рода. Вычисление интегралов с помощью Бета- и Гамма-функций.

### **Модуль 9. Числовые, функциональные и степенные ряды**

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерии сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций. Поточечная и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов. Степенной ряд. Радиус и интервал сходимости степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенного ряда внутри области сходимости. Ряд Тейлора и Маклорена. Стандартные разложения основных элементарных функций в ряд Маклорена. Приближенные вычисления с помощью рядов значений функций, интегралов, решение алгебраических и дифференциальных уравнений.

### **Модуль 10. Ряд и интеграл Фурье. Элементы теории обобщенных функций.**

Постановка задачи. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная, равномерная сходимость и сходимость в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Ряд Фурье по ортогональной и ортонормированной системам функций. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсеваля. Замкнутые и полные ортогональные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Тригонометрический ряд Фурье для  $2\pi$  – периодических функций. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье для функций произвольного периода. Комплексная форма ряда Фурье. Поточечная и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус-преобразования Фурье и косинус-преобразования Фурье.

Элементы теории обобщенных функций. Класс основных функций. Обобщенные функции как функционалы над пространством основных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта-функция. Действия с обобщенными функциями. Преобразование Фурье обобщенных функций.

## **4. Образовательные технологии**

Основной формой обучения является лекционно-семинарская. Целью лекций является изложение теоретического материала и иллюстрация его примерами и задачами. Основным теоретическим положениям сопутствуют пояснения об их приложениях к другим разделам математики и физики. Во время лекционных занятий ведется активный диалог со слушателями, используется проблемное изложение материала.

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

**Лекция-беседа**, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с

учетом особенностей обучаемых. Вопросы могут, быть информационного и проблемного характера, для выяснения мнений и уровня осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала. Вопросы адресуются всей аудитории. Слушатели отвечают с мест. Если преподаватель замечает, что кто-то из обучаемых не участвует в ходе беседы, то вопрос можно адресовать лично тому слушателю, или спросить его мнение по обсуждаемой проблеме. Для экономии времени вопросы рекомендуется формулировать так, чтобы на них можно было давать однозначные ответы. С учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, имея при этом возможность, наиболее доказательно изложить очередное понятие лекционного материала.

Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание слушателей на отдельных аспектах темы, так и проблемные. Обучаемый, продумывая ответ на заданный вопрос, получает возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить им в качестве новых знаний, либо понять важность обсуждаемой темы, что повышает интерес, и степень восприятия материала слушателями.

Во время проведения лекции-беседы задаваемые вопросы не должны оставаться без ответов, иначе они будут носить риторический характер, не обеспечивая достаточной активизации мышления обучаемых. Наиболее проблемные вопросы могут быть вынесены на самостоятельную работу студентов, проверку которой преподаватель осуществляет в рамках текущего контроля успеваемости и/или промежуточной аттестации.

Эффективность лекции-беседы в условиях группового обучения снижается из-за того, что не всегда удается каждого обучаемого вовлечь в двусторонний обмен мнениями.

**Лекция-консультация** – по типу «**вопросы—ответы—дискуссия**», является тройным сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы». Проводится в период работы обучающихся над проектной работой.

**Лекция-консультация** по типу «**вопросы—ответы**». Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всем разделу или всему курсу. Проводится перед защитой проектных работ и промежуточной аттестацией.

При проведении практических занятий, используются образовательные технологии: проблемные, проектировочные, дискуссионные, организационно-деятельностные занятия, внеаудиторная самостоятельная работа.

При проведении практических занятий используются индивидуальные и групповые формы работы; работа в малых группах; выполнение заданий в паре; взаимопроверка выполненных задач. Принципами организации учебного процесса являются: активное участие слушателей в учебном процессе; проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения практических задач; приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулирует личностную, интеллектуальную активность, развивает познавательные процессы, способствует формированию компетенций, которыми должен обладать будущий бакалавр.

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### **5.1. Виды самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Математический анализ» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий, подготовку к контрольным работам, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на

вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

В данной программе разработаны проекты по конкретным темам дисциплины, позволяющие студентам глубже изучить данный раздел программы, способствующие воспитанию у них способности принимать самостоятельные решения. Для проведения текущего контроля сформированности компетенции используются защиты индивидуальных или групповых проектов, кейс-задания, то есть задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации). Приведены задания для контрольных работ, отчетов по разделам дисциплины.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

## 5.2 Методические указания для обучающихся

*Изучение теоретического материала* определяется рабочей учебной программой дисциплины, календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы. При подготовке к занятиям рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины. *При подготовке к практическому занятию* необходимо изучить материалы лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

*Практические занятия* неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала, основой рейтинговой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной и итоговой аттестациях.

*Самостоятельная работа* проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче экзамена (зачета).

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

При подготовке к экзамену (зачету) следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – метод повторения: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод осознанного запоминания: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать

информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

### 5.3 Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

#### Первый семестр.

1. Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий.
2. Бином Ньютона.
3. Аксиоматическое задание и свойства множества действительных чисел.
4. Модуль действительного числа и его свойства.
5. Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества.
6. Понятие функции, способы задания функций. Обратная функция, примеры.
7. Элементарные свойства функций: монотонность, периодичность, симметрия.
8. Понятие предела числовой последовательности (4 определения с примерами).
9. Единственность предела числовой последовательности.
10. Ограниченность сходящейся последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
11. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.
12. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Число  $e$ .
13. Теорема о предельном переходе в неравенствах.
14. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
15. Арифметические действия над пределами последовательностей.
16. Определение предела функции по Коши и по Гейне.
17. Свойства пределов функций.
18. Первый замечательный предел и его следствия.
19. Второй замечательный предел и его следствия.
20. Эквивалентные функции, сравнение бесконечно малых.
21. Применение метода замены на эквивалентную функцию и метода выделения главной части при вычислении пределов.
22. Односторонние пределы.
23. Определения непрерывности функции в точке.
24. Непрерывность функции на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
25. Точки разрыва функции и их классификация.
26. Определение производной функции в точке. Таблица производных (с выводом).
27. Правила вычисления производной.
28. Односторонние производные. Связь непрерывности функции в точке с существованием конечной производной.
29. Физический смысл производной.
30. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормальной прямых к графику функции.
31. Логарифмическое дифференцирование.
32. Понятие дифференцируемости функции в точке.
33. Критерий дифференцируемости. Формула для вычисления дифференциала.

34. Правила вычисления дифференциала, свойство инвариантности дифференциала первого порядка.
35. Геометрический смысл дифференциала.
36. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.
37. Производные высших порядков, правила их вычисления.
38. Производная от функции, заданной параметрически.
39. Производная от функции, заданной неявно.
40. Дифференциалы высших порядков и их свойства.
41. Теорема Ферма.
42. Теорема Ролля.
43. Теорема Лагранжа.
44. Теорема Коши.
45. Правила Лопитала.
46. Формула Тейлора с различными формами остаточного члена.
47. Стандартные разложения по формуле Маклорена.
48. Приложения формулы Тейлора.
49. Условия постоянства функции на промежутке.
50. Определение функции, монотонной на промежутке. Критерии строгой и нестрогой монотонности.
51. Определение точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
52. Определение выпуклости функции на промежутке. Критерии выпуклости.
53. Точки перегиба. Необходимые и достаточные условия точки перегиба.
54. Асимптоты вертикальные, наклонные и горизонтальные.
55. Схема исследования функции и построения ее графика.
56. Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.
57. Понятие кривой и ее длины. Достаточное условие спрямляемости кривой.
58. Натуральный параметр. Эквивалентность бесконечно малых элементов дуги, касательной и хорды.
59. Кривизна кривой; радиус, центр и круг кривизны. Эволюта и эвольвента.
60. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Правила вычисления неопределенных интегралов.
61. Таблица интегралов.
62. Замена переменной в неопределенном интеграле. Примеры.
63. Правило интегрирования по частям в неопределенном интеграле. Примеры.
64. Комплексные числа, действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел.
65. Разложение многочленов на множители.
66. Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби. Выделение целой части для неправильной дроби.
67. Простейшие рациональные дроби. Разложение правильной дроби на простейшие.
68. Интегрирование простейших рациональных дробей (4 типа).
69. Алгоритм вычисления неопределенного интеграла от рациональной функции. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.
70. Интегрирование иррациональных функций.
71. Подстановки Эйлера.
72. Интегрирование дифференциального бинома.
73. Вычисление интегралов от тригонометрических функций.
74. Задача о массе стержня.
75. Понятие определенного интеграла Римана.
76. Геометрический смысл определенного интеграла.
77. Свойства определенного интеграла.

78. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.
79. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.
80. Замена переменной в определенном интеграле.
81. Понятие несобственного интеграла. Примеры.
82. Общая схема приложений определенного интеграла.
83. Площадь фигуры в декартовых координатах и в случае параметрического задания функции.
84. Площадь криволинейного сектора в полярных координатах.
85. Длина дуги кривой, заданной параметрически, в декартовых координатах.
86. Длина дуги в полярных координатах.
87. Объем тела через площадь поперечного сечения. Объем тела вращения.
88. Площадь поверхности тела вращения.
89. Вычисление статических моментов и центров тяжести кривых, а также плоских фигур.

### **Второй семестр.**

1. Пространство  $\mathbf{R}^n$ , его основные свойства.
2. Функции многих переменных: область определения, предел, непрерывность.
3. Определение частных производных, примеры вычисления по определению, геометрический смысл.
4. Дифференцируемость функции многих переменных: необходимые условия дифференцируемости; достаточные условия дифференцируемости.
5. Дифференциал первого порядка: вычисление и основные свойства.
6. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.
7. Дифференцирование сложной функции одной и нескольких переменных.
8. Производная неявной функции.
9. Уравнения касательной плоскости и нормальной прямой в случаях, когда поверхность задана явно и неявно.
10. Градиент, производная по направлению; их геометрический смысл.
11. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.
12. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
13. Экстремум функции двух переменных.
14. Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой ограниченной области.
15. Условный экстремум.
16. Замена переменных в дифференциальных выражениях.
17. Задача о массе плоской пластины. Определение двойного интеграла. Геометрический смысл. Классы интегрируемых функций.
18. Свойства двойного интеграла.
19. Вычисление двойного интеграла.
20. Замена переменных в двойном интеграле. Полярные координаты.
21. Вычисление площадей плоских фигур. Площадь в криволинейных координатах.
22. Вычисление объемов тел.
23. Понятие площади поверхности. Вычисление площади поверхности.
24. Задача о массе пространственного тела. Определение тройного интеграла. Геометрический смысл. Классы интегрируемых функций.
25. Свойства тройного интеграла.
26. Вычисление тройного интеграла.
27. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрические и сферические координаты.
28. Вычисление объемов тел. Объем в криволинейных координатах.
29. Криволинейные интегралы первого и второго рода: понятие, вычисление, свойства.
30. Формула Грина.
31. Моменты и центр тяжести для плоской фигуры, тела в пространстве, плоской кривой и ограниченной поверхности.

32. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Нахождение полного дифференциала. Потенциальные векторные поля.
33. Поверхностные интегралы 1 рода: определение, свойства, вычисление.
34. Поверхностные интегралы 2 рода: определение, свойства, вычисление.
35. Физический смысл поверхностного интеграла. Поток вектора через поверхность.
36. Формула Остроградского-Гаусса.
37. Дивергенция векторного поля, ее свойства. Физический смысл формулы Остроградского-Гаусса.
38. Векторные линии и векторные трубки. Соленоидальные (трубчатые) векторные поля.
39. Ротор векторного поля, его свойства. Показать, что поле ротора является соленоидальным.
40. Циркуляция векторного поля. Формула Стокса.
41. Определение и примеры несобственных интегралов 1 и 2 рода.
42. Критерии сходимости для несобственных интегралов (3 штуки).
43. Признаки сравнения для несобственных интегралов.
44. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов.
45. Признаки Дирихле и Абеля.
46. Понятие о несобственных кратных интегралах, вычисление интеграла Пуассона.
47. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, предельный переход, интегрирование и дифференцирование по параметру под знаком интеграла.
48. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Определение сходимости и равномерной сходимости, связь между ними. Признак Вейерштрасса для равномерной сходимости.
49. Признаки Дирихле и Абеля равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра.
50. Непрерывность несобственных интегралов, зависящих от параметра, предельный переход под знаком такого интеграла.
51. Интегрирование и дифференцирование несобственных интегралов, зависящих от параметра.
52. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению интегралов без параметра.
53. Гамма-функция Эйлера и ее свойства.
54. Бета-функция Эйлера и ее свойства.

### **Третий семестр.**

1. Понятие числового ряда и его суммы. Геометрический ряд.
2. Критерии сходимости числового ряда.
3. Необходимое условие сходимости.
4. Признаки сравнения для положительных рядов.
5. Признак Даламбера.
6. Признак Коши радикальный.
7. Интегральный признак.
8. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного числового ряда.
9. Признак Лейбница для условной сходимости.
10. Признаки Даламбера и Коши для рядов произвольного знака.
11. Признаки Дирихле и Абеля.
12. Понятие поточечной и равномерной сходимости функционального ряда. Признак Вейерштрасса для равномерной сходимости.
13. Степенной ряд. Вид области сходимости степенного ряда.
14. Теорема о равномерной сходимости степенного ряда.

15. Теорема о непрерывности суммы функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.
16. Теорема об интегрировании функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.
17. Теорема о дифференцировании функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.
18. Ряд Тейлора. Разложение в ряд Маклорена основных элементарных функций.
19. Приложения рядов Тейлора: приближенное вычисление значений функций, интегралов, нахождение пределов, решение дифференциальных уравнений.
20. Тригонометрические ряды. Теорема о том, что равномерно сходящийся тригонометрический ряд является рядом Фурье для своей суммы.
21. Разложение в тригонометрический ряд Фурье  $2\pi$  – периодических функций общего вида.
22. Разложение в тригонометрический ряд Фурье  $2\pi$  – периодических четных и нечетных функций.
23. Разложение в тригонометрический ряд Фурье функций произвольного периода.
24. Тригонометрические ряды Фурье на произвольном промежутке.
25. Формулы Дирихле для частичных сумм ряда Фурье.
26. Теорема о поточечной сходимости тригонометрического ряда Фурье.
27. Ряды Фурье по произвольной ортогональной системе.
28. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье.
29. Неравенство Бесселя.
30. Ряды Фурье в комплексной форме.
31. Интеграл Фурье в действительной и комплексной форме.
32. Преобразование Фурье.
33. Понятие обобщенной функции, примеры регулярной и сингулярной обобщенных функций.
34. Действия над обобщенными функциями. Производная от обобщенной функции, примеры ее вычисления.

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-2*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
Знать: З1(ОПК2) основополагающие принципы, понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач; приложения математических методов к классическим задачам физики.	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции - «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции -«неудовлетворительно»
Уметь У1(ОПК2) решать математические задачи, аналогичные ранее изученным; У2(ОПК2) решать математические зада-	<b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа с рядом негрубых ошибок. <b>Уметь</b> У1,У2 с рядом негрубых ошибок. <b>Владеть</b> базовыми знаниями фун-	Удовлетворительный уровень формирования компетенции - «Удовлетворительно»

<p>чи, не аналогичные ранее изученным, но тесно примыкающие к ним; У3(ОПК2) решать математические задачи, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности; У4(ОПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления; У5(ОПК2) решать сложные математические задачи, составлять и анализировать математические модели физических явлений с привлечением дополнительного учебного материала.</p> <p>Владеть В1(ОПК2) навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач, современными знаниями о математическом анализе и его приложениях.</p>	<p>даментальных разделов математики, навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач.</p>	
	<p><b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач с рядом заметных погрешностей. <b>Уметь</b> У1,У2 с незначительными погрешностями. <b>Владеть</b> большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях</p>	<p>Хороший уровень формирования компетенции - «Хорошо»</p>
	<p><b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач с незначительными погрешностями. <b>Уметь</b> У1,У2,У3 без ошибок и погрешностей. <b>Владеть</b> всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях</p>	<p>Очень хороший уровень формирования компетенции - «Очень хорошо»</p>
	<p><b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач без ошибок и погрешностей. <b>Уметь</b> У1,У2,У3,У4,У5. <b>Владеть</b> всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.</p>	<p>Отличный уровень формирования компетенции - «Отлично»</p>
	<p><b>Знать</b> основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. <b>Уметь</b> У1-У5. Свободно <b>владеть</b> всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.</p>	<p>Превосходный уровень формирования компетенции - «Превосходно»</p>

*Карта компетенций для оценивания умений и навыков*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения У1(ОПК2), У2(ОПК2), У3(ОПК2), У4(ОПК2), У5(ОПК2)	отсутствует способность решения стандартных	наличие грубых ошибок при решении стандартных	способность решения основных стандартных задач с	способность решения всех стандартных задач с незначи-	способность решения всех стандартных задач без	Способность решения стандартных и некоторых	способность решения стандартных задач и широ-

	дартных задач	задач	негрубыми ошибками	тельными погрешностями	ошибок и погрешностей	нестандартных задач	кого круга нестандартных задач
Навыки В1 (ОПК2)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствии ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

## 6.2. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Математический анализ» за весь период обучения вводится балльная система оценки учебной работы студентов.

По результатам итоговой аттестации в 1, 2 и 3 семестре на экзамене выставляются оценки по семибалльной системе.

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<b>Полнота знаний</b>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<b>Наличие умений</b>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

<b>Мотивация (личностное отношение)</b>	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
<b>Характеристика сформированности компетенций</b>	Компетенция не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
<b>Уровень сформированности компетенций</b>	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
<b>Баллы, %</b>	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

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:

- индивидуальное собеседование,
- устные и 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. 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. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

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

Пример задания для зачёта по курсу «Математический анализ» в первом семестре для оценивания результатов обучения в виде умений У1(ОПК2) и владений В1(ОПК2) формирования ОПК-2.

1. Вычислить пределы

$$1) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos x}{\sqrt[3]{(1 - \sin x)^2}}, \quad 2) \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{1}{1-x} - \frac{3}{1-x^3} \right), \quad 3) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{ctg} x}.$$

2. Найти производную  $\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \end{cases} y'(x) = ?$

3. Исследовать функцию  $y = \frac{x^2 - 5}{x - 3}$  и построить её график.

4. Вычислить интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{\sqrt{4-9x^2}}, \quad 2) \int (x^2 - 2x + 5)e^{-x} dx, \quad 3) \int \frac{dx}{(x^2 + 1)(x^2 + 4)}.$$

Пример экзаменационного билета (первый семестр) на оценивание 31(ОПК2), У1(ОПК2).

Институт ИТММ Нижегородского государственного университета им Н.И. Лобачевского  
Кафедра ОУиМФ Дисциплина Математический анализ

**Экзаменационный билет №19.**

- 1) Определение производной функции в точке. Вывод производных от тригонометрических функций.
- 2) Понятие определенного интеграла Римана, его физический смысл.
- 3) Вычислить дифференциал функции  $y = 3x - \ln(1 + \sqrt{1 - e^{6x}})$ .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

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. Галкина С.Ю., Галкин О.Е., Круглова С.С. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Электронное учебно-методическое пособие. 2010 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 226.10.06. Адрес ресурса в интернете: [www.unn.ru/books/met\\_files/MA1\\_KGG.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/MA1_KGG.pdf)
2. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Неопределённый интеграл. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 951.15.06. Адрес ресурса в интернете: [www.unn.ru/books/met\\_files/NeoprInt.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/NeoprInt.pdf)
3. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Определённый интеграл и его приложения. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 950.15.06. Адрес ресурса в интернете: [www.unn.ru/books/met\\_files/OprInt.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/OprInt.pdf)
4. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Курс лекций. Электронное учебно-методическое пособие. 2017 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 1468.17.06. Адрес ресурса в интернете: [www.unn.ru/books/met\\_files/Diffsch.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Diffsch.pdf)
5. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Математический анализ функции многих переменных: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2014. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467747>
6. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Интегралы несобственные и зависящие от параметра. Ряды: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2014. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467655>
7. Солдатов М.А., Круглова С.С. Математический анализ функции одного переменного: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2013. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=474881>
8. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, том 1 – М.: Дрофа, 1988. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=364323&DB=1>
9. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, том 2 – М.: Дрофа, 1988. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298122>

10. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, том 3 – М.: Высшая школа, 1989. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93050>
11. Берман, Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 492 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73084>

**б) дополнительная литература**

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465633&DB=1>
2. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. В 2-х тт. Том 1 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65055>.
3. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. В 2-х тт. том 2-й [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/411>.
4. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. – М.: ООО Изд-во Астрель, 2009. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=430222>
5. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71768>.
6. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 800 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71769>.
7. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учебник. В 3-х тт. Том 3 [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/409>.

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

<a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека
<a href="http://www.ebiblioteka.ru">www.ebiblioteka.ru</a>	Универсальные базы данных изданий

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

Учебная аудитория, оснащенная партами, стульями, учебной доской. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде и в электронных библиотеках.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 – «Физика».

Автор (ы)	_____	доцент кафедры математической физики и оптимального управления, к.ф.-м.н. С. Ю. Галкина
Рецензент (ы) Заведующий кафедрой математической физики и оптимального управления	_____	д.ф.-м.н., профессор М.И. Сумин
Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета	_____	
от « <u>30</u> » августа 2017 г.,	_____	протокол № <u>б/н</u>
Председатель учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ	_____	Сдобняков В.В.

## Приложение 1

## Описание шкалы оценивания

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Математический анализ» является **зачет и экзамен**.

По итогам зачета выставляются оценки «Не зачтено» (означает отсутствие аттестации) или «Зачтено» (означает прохождение первого этапа промежуточной аттестации – зачета). В случае прохождения зачета обучающийся допускается ко второму этапу промежуточной аттестации – экзамену.

По итогам экзамена выставляется оценка по семибалльной шкале: оценки «Плохо» и «Неудовлетворительно» означают отсутствие аттестации, оценки «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» и «Превосходно» выставляются при успешном прохождении аттестации.

Критериями оценивания на зачете являются наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 2 настоящей Рабочей программы дисциплины. Критериями оценивания на экзамене являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 2 настоящей Рабочей программы дисциплины.

**«Не зачтено»** – обучающийся не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Зачтено»** – обучающийся успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Плохо»** – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Неудовлетворительно»** – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Удовлетворительно»** – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Очень хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Отлично»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

**«Превосходно»** – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.