

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра фундаментальной математики

**Авторы-составители: Левко Светлана Владимировна
Скачкова Елена Александровна
Шилова Елена Алексеевна**

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ 1
Код УМК 93536

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Математический анализ 1

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математический анализ 1** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1,2,3,4
Объем дисциплины (з.е.)	14
Объем дисциплины (ак.час.)	504
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	196
Проведение лекционных занятий	84
Проведение практических занятий, семинаров	112
Самостоятельная работа (ак.час.)	308
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (4) Письменное контрольное мероприятие (9)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (1 триместр) Экзамен (2 триместр) Экзамен (3 триместр) Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1 триместр

Входной контроль

Входная практическая работа. Проверка знаний элементарной математики.

Тема1. Введение в анализ

Решение различных уравнений и неравенств, построение графика функции в полярной и декартовой системе координат.

Тема2. Теория пределов

Понятие числовой последовательности и ее сходимости. Предел последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Ограниченные и неограниченные последовательности. Основные свойства сходящихся последовательностей: арифметические операции; свойства, выраженные неравенствами. Сходимость монотонных последовательностей, число e . Подпоследовательности, предельные точки последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Верхний и нижний пределы последовательности.

Критерий Коши сходимости последовательности, понятие фундаментальности последовательности. Определение функции. Определение предельного значения функции в точке по Коши и по Гейне, их эквивалентность. Односторонние пределы. Предел функции по базе. Бесконечно малые и бесконечно большие функции на бесконечности. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Замечательные пределы. Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших функций. Критерий Коши существования предела функции. Определение непрерывности функции в точке и на множестве. Эквивалентность различных определений непрерывности. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва и их классификация. Предел и непрерывность монотонной функции. Теорема существования обратной функции. Непрерывность сложной функции. Непрерывность основных элементарных функций. Свойство непрерывной функции сохранять знак. Свойства непрерывных функций на отрезке: теоремы Больцано-Коши, теоремы Вейерштрасса: равномерная непрерывность, теорема Кантора.

КТ1. Предел последовательности

Вычисление предела последовательности, раскрытие неопределенности, доказательство сходимости последовательности.

КТ2. Предел и непрерывность функции

Вычисление предела функции, раскрытие неопределенности, доказательство сходимости последовательности. Исследование функций на непрерывность, определение характера точек разрыва. Сравнение бесконечно малых, определение порядка малости

Тема3. Дифференцирование ФОП и ФНП

Понятие дифференцируемости функции в точке, связь между дифференцируемостью и непрерывностью. Основные правила дифференцирования. Производные сложной и обратной функций. Производные основных элементарных функций. Первый дифференциал, инвариантность его формы. Производные и дифференциалы высших порядков, формула Лейбница. Основные свойства дифференцируемых функций: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора. Разложение по формуле Маклорена некоторых элементарных функций. Понятие n -мерного координатного и n -мерного векторного пространства. Топологические понятия n -мерного пространства: окрестность точки; открытые и замкнутые множества; предельные, граничные точки множества, точки прикосновения; связные множества, области. Сходимость последовательности точек, критерий Коши, теорема Больцано-Вейерштрасса.

Предел функции n переменных в точке. Понятие предела по направлению, повторные пределы. Непрерывность функции n переменных. Свойства непрерывных функций на ограниченных замкнутых множествах.

Понятие частной производной. Дифференцируемость и непрерывность. Необходимое условие дифференцируемости. Достаточное условие дифференцируемости. Непрерывно дифференцируемые функции. Дифференцирование сложной функции. Первый дифференциал, инвариантность его формы. Производная по направлению. Градиент.

Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.

Дифференциалы высших порядков, не инвариантность их формы. Формула Тейлора.

Понятие локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции. Условный экстремум.

КТ3. Дифференцирование ФОО и ФНП

Нахождение производной сложной функции одной и нескольких переменных, дифференциала.

Вычисление градиента и производной по направлению. Исследование функции на экстремум.

Итоговое контрольное мероприятие

ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математического анализа; **УМЕТЬ:** применять методы математического анализа в стандартных задачах, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; **ВЛАДЕТЬ:** основным аппаратом понятий теории математического анализа, навыками теоретического анализа полученных результатов.

2 триместр

Тема4. Неопределенный интеграл

Отработка на практических занятиях методов интегрирования различных функций.

КТ4

Вычисление неопределенных интегралов методами: непосредственно, внесение под знак дифференциала, замена переменных, интегрирование по частям, МНК, метод подстановки.

Тема5. Определенный интеграл

Понятие определенного интеграла, сумма Римана. Суммы Дарбу и их свойства. Необходимое условие интегрируемости. Необходимое и достаточное условия существования определенного интеграла.

Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла: арифметические операции над интегрируемыми функциями; свойства интеграла, выраженные неравенствами; теоремы о среднем.

Свойства определенного интеграла с верхним переменным пределом, связь определенного интеграла с неопределенным. Основная формула интегрального исчисления. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.

Геометрические приложения определенного интеграла: вычисление длины дуги спрямляемой кривой, площади криволинейной трапеции и криволинейного сектора, вычисление объема тел вращения.

Понятие несобственного интеграла первого рода и его сходимость. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов. Интегралы от знакоположительной функции: критерий сходимости, признаки сравнения в простой и предельной форме. Сходимость интеграла от функции произвольного знака, абсолютная и условная сходимость. Признаки Абеля и Дирихле.

Несобственные интегралы второго рода. Условия существования и признаки сходимости. Связь с интегралами первого рода.

Замена переменной и интегрирование по частям в несобственном интеграле. Понятие главного значения интеграла.

КТ5

Вычисление площадей, длин дуг, объемов тел вращения, координат центра тяжести. Приложение к физическим задачам.

Итоговое контрольное мероприятие

ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математического анализа; **УМЕТЬ:** применять методы математического анализа в стандартных задачах, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; **ВЛАДЕТЬ:** основным аппаратом понятий теории математического анализа, навыками теоретического анализа полученных результатов.

3 триместр

Тема6. Числовые ряды

Числовой ряд и его сходимость. Критерий Коши. Основные свойства сходящихся рядов, необходимое условие сходимости. Критерий сходимости знакоположительного ряда. Признаки сравнения в простой и предельной форме. Признаки Даламбера, Коши, интегральный признак.

Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Признак Лейбница. Признак Абеля-Дирихле.

КТ6

Основные свойства сходящихся рядов, необходимое условие сходимости. Критерий сходимости знакоположительного ряда. Признаки сравнения в простой и предельной форме. Признаки Даламбера, Коши, интегральный признак.

Исследование на абсолютную и условную сходимость знакопеременных рядов. Признак Лейбница. Признак Абеля-Дирихле.

Тема7. Функциональные ряды

Понятие функциональной последовательности и функционального ряда. Равномерная сходимость на множестве, критерий Коши равномерной сходимости. Достаточные признаки равномерной сходимости: признак Вейерштрасса, признак Абеля-Дирихле, признак Дини. Свойства равномерно сходящихся последовательностей и рядов: непрерывность суммы (предельной функции), почленное интегрирование и дифференцирование.

Степенной ряд и область его сходимости, теорема Коши-Адамара. Функциональные свойства степенных рядов. Разложение функций в степенные ряды. Ряды Тейлора. Оценка погрешностей.

Ортогональные системы функций. Свойства периодических функций. Определение коэффициентов Фурье; случай четной и нечетной функций.

Разложение функций в ряд Фурье. Интеграл Дирихле. Основная лемма. Принцип локализации. Теорема о сходимости ряда Фурье в точке. Разложение функций, заданных на отрезке, в неполные ряды Фурье.

КТ7

Нахождение области сходимости функциональных и степенных рядов. Разложение функций в ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Фурье. Разложение функций, заданных на отрезке, в неполные ряды Фурье.

Итоговое контрольное мероприятие

ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математического анализа; **УМЕТЬ:** применять методы математического анализа в стандартных задачах, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; **ВЛАДЕТЬ:** основным аппаратом понятий теории математического анализа, навыками теоретического анализа полученных результатов.

4 триместр

Тема8. Кратные интегралы

Задача об объеме криволинейного цилиндра. Определение двойного интеграла. Необходимое условие интегрируемости функции. Суммы Дарбу, их свойства. Условия существования интеграла. Классы интегрируемых функций. Вычисление двойного интеграла путем сведения к повторному: а) случай прямоугольной области; б) случай произвольной области.

Преобразование плоских областей. Криволинейные координаты, выражение площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле.

Примеры применения двойного интеграла: для вычисления площади квадратуемой фигуры, для вычисления объема криволинейного цилиндра, для вычисления механических величин (массы пластинки, координат центра тяжести пластинки).

Определение тройного интеграла, его свойства, вычисление путем сведения к повторному, замена переменных в тройном интеграле.

КТ8

Поменять порядок интегрирования, найти объем тела, расставить пределы интегрирования в декартовой и другой системах координат, уметь изобразить тело, объем которого надо посчитать.

Тема9. Криволинейные и поверхностные интегралы

Криволинейные интегралы первого рода. Определение, свойства, условия существования, способ вычисления, механическая интерпретация.

Криволинейные интегралы второго рода. Определение, свойства, способ вычисления. Криволинейный интеграл по замкнутому контуру. Механическая интерпретация.

Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования. Формула Грина. Нахождение функции по ее полному дифференциалу.

Поверхностный интеграл первого рода. Определение, способ вычисления. Механические приложения. Двусторонние поверхности, ориентация поверхности. Поверхностный интеграл второго рода.

Определение, сведение поверхностного интеграла к двойному, связь с интегралом первого рода.

Формула Остроградского. Формула Стокса, применение ее к исследованию пространственных криволинейных интегралов.

Понятие о дифференциальных формах и интегрирование их по цепям: абстрактная теорема Стокса и получение из нее элементарной формулы Стокса и формулы Остроградского-Гаусса.

Понятие скалярного поля, градиент, линии и поверхности уровня. Понятие векторного поля, векторные линии и векторные трубки. Различные виды симметрии полей.

Поток векторного поля: определение и вычисление. Дивергенция векторного поля, вычисление дивергенции в декартовых координатах, свойства дивергенции. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля, вычисление ротора в декартовых координатах. Формулы Остроградского и Стокса в векторной форме. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка и их свойства.

Потенциальное векторное поле: условия потенциальности, свойства потенциального поля.

Соленоидальное векторное поле: условия и свойства соленоидального поля. Лапласово векторное поле.

КТ9

Вычисление потока, циркуляции, проверка поля на потенциальность, соленоидальность, нахождение потенциала.

Итоговое контрольное мероприятие

ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математического анализа; **УМЕТЬ:** применять методы математического анализа в стандартных задачах, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; **ВЛАДЕТЬ:** основным аппаратом понятий теории математического анализа, навыками теоретического анализа полученных результатов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Андреева, И. Ю. Основы математического анализа. Функция нескольких переменных, дифференциальные уравнения, кратные интегралы : учебное пособие / И. Ю. Андреева, О. И. Вдовина, Н. В. Гредасов ; под редакцией А. Н. Сесекин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 99 с. — ISBN 978-5-7996-0999-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69869.html>
2. Сборник задач по математическому анализу. учебное пособие / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. Т. 3. Функции нескольких переменных. - 2003. - 472, ISBN 5-9221-0308-3
3. Математический анализ. Сборник заданий : учебное пособие для вузов / В. В. Логинова [и др.] ; под общей редакцией Е. Г. Плотниковой. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11516-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/454528>
4. Быкова, О. Н. Практикум по математическому анализу : учебное пособие / О. Н. Быкова, С. Ю. Колягин, Б. Н. Кукушкин. — Москва : Прометей, 2014. — 277 с. — ISBN 978-5-9905-8861-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30409>
5. Камынин, Л. И. Курс математического анализа. Том 1 / Л. И. Камынин. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2001. — 432 с. — ISBN 5-211-04483-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13140>
6. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа. учебник для студентов высших учебных заведений: в 2 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Л. Д. Кудрявцев. - 3-е изд., перераб. - Москва: Физматлит, 2009, ISBN 978-5-9221-0184-4 (Т. 1). - 400
7. Камынин, Л. И. Курс математического анализа. Том 2 : учебник / Л. И. Камынин. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 1995. — 625 с. — ISBN 5-211-02065-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13141>

Дополнительная:

1. Демидович Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. - Москва: АСТ, 2003, ISBN 5-17-010062-0. - 558.
2. Быкова, О. Н. Практикум по математическому анализу : учебное пособие / О. Н. Быкова, С. Ю. Колягин, Б. Н. Кукушкин. — Москва : Прометей, 2014. — 277 с. — ISBN 978-5-9905-8861-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30409>
3. Задачи и упражнения по математическому анализу и дифференциальным уравнениям / В. В. Власов, С. И. Митрохин, А. В. Прошкина, [и др.]. — М.: Интернет-университет информационных технологий, 2010. — 376 с. : ил. — ISBN 978-5-9556-0116-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/8814>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математический анализ 1** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- 1) презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- 2) доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- 3) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- 4) интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта);

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математический анализ 1**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математического анализа в применении к задачам профессиональной деятельности; УМЕТЬ: использовать основные понятия, концепции, задачи и методы математического анализа в профессиональной деятельности; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории математического анализа; навыками анализа полученных результатов, их проверки и интерпретации.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает понятия, утверждения и формулы математического анализа(перечисленные в пункте ЗНАТЬ). Не умеет решать задачи математического анализа (перечисленные в пункте УМЕТЬ). Не контролирует правильность вычислений.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает понятия и формулы математического анализа; но не знает и не доказывает утверждения (перечисленные в пункте ЗНАТЬ). Умеет решать ограниченный набор задач. Может допускать множественные арифметические ошибки в вычислениях. Испытывает затруднения при самостоятельном изучении литературы по математическому анализу.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания основных понятий и утверждений теории математического анализа. Умеет решать стандартные задачи. Контролирует правильность вычислений.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает понятия, утверждения и формулы математического анализа; умеет доказывать утверждения (перечисленные в пункте ЗНАТЬ). Умеет решать задачи математического анализа (перечисленные в пункте УМЕТЬ). Может допускать редкие арифметические ошибки в вычислениях. Самостоятельно приобретает новые знания, используя литературу по математическому анализу.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Преобразование алгебраического выражения. Нахождение значения выражения. Решение логарифмического, тригонометрического неравенства, неравенства с модулем. Нахождение области определения функции. Построение на координатной плоскости множества точек, удовлетворяющих некоторому соотношению.
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТ1. Предел последовательности Письменное контрольное мероприятие	Знание определения предела числовой последовательности. Умение применить его для доказательства предела. Знание методов вычисления пределов последовательности, умение применять их при решении пределов. Знание теорем сходимости пределов, умение применять их на практике.
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТ2. Предел и непрерывность функции Письменное контрольное мероприятие	Уметь вычислять пределы последовательностей и функций. Уметь находить порядок малости бесконечно малой величины. Знать классификацию точек разрыва функции, уметь определять непрерывность и характер точки разрыва.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТЗ. Дифференцирование ФОП и ФНП Письменное контрольное мероприятие	Уметь находить производные первого и второго порядка функции заданной неявно и параметрически. Уметь находить частные и смешанные производные функции нескольких переменных. Знать формулы и уметь находить производные сложной функции. Знать и уметь находить дифференциалы первого и второго порядка фнп. Уметь проверить, удовлетворяет ли функция заданному уравнению в частных производных.
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знать основные понятия математического анализа, используемые в 1 триместре, и уметь их формулировать. Знать основные теоремы математического анализа, используемые в 1 триместре, и уметь их формулировать. Уметь применять эти теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных. Уметь доказывать избранные теоремы. Уметь решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 1 триместре.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Нахождение области определения функции.	2
Построение на координатной плоскости множества точек, удовлетворяющих некоторому соотношению.	2
Решение иррационального неравенства.	1
Решение логарифмического неравенства.	1
Решение неравенства с модулем.	1

Решение тригонометрического неравенства.	1
Нахождение значения выражения.	1
Преобразование алгебраического выражения.	1

КТ1. Предел последовательности

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Умение применять методы вычисления пределов при решении примеров	3
Знание методов вычисления пределов последовательности,	2
Знание определения предела числовой последовательности. Умение применить его для доказательства предела.	2
Умение применять теоремы сходимости на практике.	2
Знание теорем сходимости последовательностей	1

КТ2. Предел и непрерывность функции

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Уметь вычислять пределы показательных и логарифмических функций	5
Исследование функции на непрерывность	4
Уметь определять характер точки разрыва.	4
Уметь находить порядок малости бесконечно малой величины.	4
Уметь вычислять пределы дробно-иррациональных функций	3
Уметь вычислять пределы тригонометрических функций	3
Уметь вычислять пределы дробно-рациональных функций	2

КТ3. Дифференцирование ФОП и ФНП

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Уметь находить дифференциалы первого и второго порядка фнп.	5
Уметь находить производные первого и второго порядка функции заданной неявно.	5

Уметь находить частные и смешанные производные функции нескольких переменных.	4
Уметь проверить, удовлетворяет ли функция заданному уравнению в частных производных.	4
Уметь находить производные первого и второго порядка функции заданной параметрически.	4
Уметь находить производные сложной функции.	3

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет доказывать избранные теоремы	15
Умеет применять основные теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных.	8
Знает основные теоремы математического анализа, используемые в 1 триместре, умеет их формулировать	7
Знает основные понятия математического анализа, используемые в 1 триместре, и умеет их формулировать	5
Умеет решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 1 триместре.	5

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>КТ4 Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Использование метода внесения под знак дифференциала для нахождения неопределённого интеграла. Использование метода интегрирования по частям для нахождения неопределённого интеграла. Знание методов интегрирования функций, содержащих квадратные трёхчлен. Применение этих методов к вычислению неопределённых интегралов. Использование метода неопределённых коэффициентов для нахождения неопределённого интеграла. Знание методов интегрирования иррациональных функций. Применение этих методов к вычислению неопределённых интегралов. Знание методов интегрирования тригонометрических функций. Применение этих методов к вычислению неопределённых интегралов.</p>
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>КТ5 Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Умение построить кривую, заданную в декартовых и полярных координатах. Знание формулы вычисления площади области, ограниченной такой кривой. Вычисление длины дуги, объема тела вращения.</p>
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание основных понятий математического анализа, используемых во 2 триместре, и умение их формулировать. Знание основных теорем математического анализа, используемых во 2 триместре, и умение их формулировать. Умение применять эти теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных. Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных во 2 триместре.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

КТ4

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Использование метода внесения под знак дифференциала или замены переменной.	8
Использование метода неопределённых коэффициентов для нахождения неопределённого интеграла.	6
Знание методов интегрирования тригонометрических функций. Применение этих методов к вычислению неопределённых интегралов	5
Использование метода интегрирования по частям для нахождения неопределённого интеграла.	5
Вычисление неопределённого интеграла с использованием таблицы первообразных и алгебраических преобразований.	3
Знание методов интегрирования функций, содержащих квадратные трёхчлен. Применение этих методов к вычислению неопределённых интегралов.	3

КТ5

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Вычисление площади плоской области.	7
Вычисление объема тела вращения.	6
Вычисление длины дуги.	5
Умение построить кривую, заданную в декартовых координатах.	4
Умение построить кривую, заданную в параметрически.	4
Умение построить кривую, заданную в полярных координатах.	4

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных во 2 триместре.	16
Умение применять эти теоремы для установления свойств функций одной и нескольких	

переменных.	10
Знание основных понятий математического анализа, используемых во 2 триместре, и умение их формулировать.	7
Знание основных теорем математического анализа, используемых во 2 триместре, и умение их формулировать.	7

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТ6 Письменное контрольное мероприятие	Знание признаков сходимости числовых рядов. Умение применять эти признаки для исследования сходимости числовых рядов.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>КТ7 Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Понятие функциональной последовательности и функционального ряда. Равномерная сходимости на множестве, критерий Коши равномерной сходимости. Достаточные признаки равномерной сходимости: признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся последовательностей и рядов: непрерывность суммы (предельной функции), почленное интегрирование и дифференцирование. Разложение функций в степенные ряды. Ряды Тейлора. Ортогональные системы функций. Свойства периодических функций. Определение коэффициентов Фурье; случай четной и нечетной функций. Разложение функций в ряд Фурье. Интеграл Дирихле. Основная лемма. Принцип локализации. Теорема о сходимости ряда Фурье в точке. Разложение функций, заданных на отрезке, в неполные ряды Фурье.</p>
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание основных понятий математического анализа, используемых в 3 триместре, и умение их формулировать (в том числе на языке «ϵ-δ»). Знание основных теорем математического анализа, используемых в 3 триместре, и умение их формулировать. Умение применять эти теоремы для установления свойств числовых и функциональных рядов. Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 3 триместре.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение применять достаточные признаки для исследования сходимости числовых рядов.	17
Знание признаков сходимости числовых рядов.	8
Исследование на абсолютную и условную сходимость ряд.	5

КТ7

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение разложить функцию ряд Тейлора. Умение находить область сходимости получившегося ряда.	9
Умение находить область абсолютной и условной сходимости функционального ряда	8
Умение применить разложения к вычислению определённого интеграла. Умение оценить погрешность вычисления.	8
Знание основных известных разложений функций в ряд Маклорена.	5

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
 Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 3 триместре.	16
Умение применять эти теоремы для установления свойств функций одной переменной.	10
Знание основных понятий математического анализа, используемых в 3 триместре, и умение их формулировать.	7
Знание основных теорем математического анализа, используемых в 3 триместре, и умение их формулировать.	7

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТ8 Письменное контрольное мероприятие	Умение сводить двойной интеграл по плоской области к повторному интегралу различными способами (внешнее интегрирование по x , внешнее интегрирование по y , в полярных координатах). Умение изобразить пространственное тело, ограниченное некоторыми поверхностями. Знание формулы вычисления объема такого тела. Умение применить эту формулу.
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	КТ9 Письменное контрольное мероприятие	Знание формул для вычисления массы кривой. Умение применять эти формулы на практике. Знание формул для вычисления работы векторного поля по перемещению материальной точки вдоль кривой. Умение применять эти формулы на практике. Знание формулы Грина, умение применять ее в практических задачах. Знание формул для вычисления массы поверхности. Умение применять эти формулы на практике. Знание формул для вычисления потока векторного поля. Умение применять эти формулы на практике. Знание формулы Остроградского, умение применять ее в практических задачах. Знание формул для вычисления циркуляции векторного поля. Умение применять эти формулы на практике. Знание формулы Стокса, умение применять ее в практических задачах.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знание основных понятий математического анализа, используемых в 4 триместре, и умение их формулировать (в том числе на языке « ϵ - δ »). Знание основных теорем математического анализа, используемых в 4 триместре, и умение их формулировать. Умение применять эти теоремы для установления свойств кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 4 триместре.

Спецификация мероприятий текущего контроля

КТ8

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание формулы вычисления объёма тела. Умение применить эту формулу.	8
Умение изобразить пространственное тело, ограниченное некоторыми поверхностями.	5
Умение сводить тройной интеграл по пространственной области к повторному интегралу различными способами	5
Знание формулы вычисления площади плоской области. Умение применять эту формулу.	4
Умение сводить двойной интеграл по плоской области к повторному интегралу различными способами (в полярных координатах).	4
Умение сводить двойной интеграл по плоской области к повторному интегралу различными способами (внешнее интегрирование по x , внешнее интегрирование по y).	4

КТ9

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Вычисление массы кривой и поверхности	8
Вычисление поверхностных интегралов	6

Умение применять формулу Стокса	6
Вычисление криволинейных интегралов	5
Умение применять формулу Остроградского	5

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать практические задания на основании понятий, методов и теорем, изученных в 4 триместре.	16
Умение применять эти теоремы для установления свойств функций одной и нескольких переменных.	10
Знание основных понятий математического анализа, используемых в 4 триместре, и умение их формулировать.	7
Знание основных теорем математического анализа, используемых в 4 триместре, и умение их формулировать.	7