



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра теоретической физики**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета

/Н.М. Буднев

«02» апреля 2025 г.



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.13.01 Математический анализ

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки: Радиоинжиниринг и телекоммуникации

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №49 от «26» марта 2025 г.

Председатель

Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол №6

От «24» марта 2025 г.

Зав. кафедрой

С.В. Ловцов

Иркутск 2025 г.

## Оглавление

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Цели и задачи дисциплины.....                                                                                                                         | 3  |
| II. Место дисциплины в структуре ОПОП.....                                                                                                               | 3  |
| III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля).....                                                                                          | 3  |
| IV. Содержание и структура дисциплины.....                                                                                                               | 3  |
| 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием<br>видов учебных занятий и отведенного на них количества академических<br>часов..... | 4  |
| 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по<br>дисциплине.....                                                                          | 4  |
| 4.3. Содержание учебного материала.....                                                                                                                  | 5  |
| 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ<br>.....                                                                          | 7  |
| 4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение<br>студентами в рамках самостоятельной работы.....                                  | 9  |
| 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы<br>студентов.....                                                                       | 11 |
| 4.5. Примерная тематика курсовых работ.....                                                                                                              | 11 |
| V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....                                                                                      | 11 |
| а) список литературы.....                                                                                                                                | 11 |
| б) периодические издания.....                                                                                                                            | 12 |
| в) список авторских методических разработок.....                                                                                                         | 12 |
| г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....                                                                                        | 13 |
| VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....                                                                                                  | 13 |
| VII. Образовательные технологии.....                                                                                                                     | 13 |
| VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной<br>аттестации.....                                                                       | 13 |

## I. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Математический анализ» имеет целью ознакомление студентов с основными понятиями и методами математического анализа, создание теоретической и практической базы подготовки обучаемых к их профессиональной деятельности.

При этом решаются следующие задачи:

- ознакомление с основными понятиями, определениями, теоремами, методами и приложениями математического анализа;
- ознакомление с общими идеями создания математических моделей и применения их в купе с математическими методами для решения профессиональных задач;
- формирование практических навыков решения математических и профессиональных задач;
- формирование у студентов представления о связях и взаимодействии существующих разделов математики и математического анализа в частности;
- развитие логического мышления, воспитание математической культуры и расширение научного кругозора обучающихся.

## II. Место дисциплины в структуре ОПОП

В структуре ОПОП дисциплина входит в обязательную часть программы и является первым и основным математическим курсом наряду с дисциплиной «Линейная алгебра и аналитическая геометрия». Изучение курса предполагает наличие основных знаний и уверенных навыков решения задач в рамках школьной программы алгебры и начал анализа, а также геометрии.

Знания по математическому анализу будут использованы практически во всех курсах и дисциплинах, изучаемых в рамках учебного плана направления 03.03.03 «Радиофизика»: модули «Математика», «Физика», «Информатика»; дисциплины «Теория вероятности и математическая статистика».

## III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

•Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

|                            |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| •Компетенци<br>я           | •ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности |                                                                                                                                                                      |
| •Индикаторы<br>компетенции | ОПК 1.1                                                                                                                                                                     | Применяет базовые знания в области физики и радиофизики для решения научно- исследовательских задач                                                                  |
|                            | ОПК 1.2                                                                                                                                                                     | Применяет базовые знания в области физики и радиофизики для решения прикладных задач профессиональной деятельности                                                   |
|                            | ОПК 1.3                                                                                                                                                                     | Представляет слушателям в доступной для восприятия форме знания в области физики и радиофизики, в том числе при выполнении задач в сфере педагогической деятельности |

•

#### •IV. Содержание и структура дисциплины

•Объем дисциплины составляет 18 зачетных единиц, 648 часов, в том числе 344 часа контактной работы.

•Занятия проводятся в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

•На практическую подготовку отводится 160 часов.

•Форма промежуточной аттестации: экзамен.

#### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

| №<br>п/п | Раз<br>дел<br>дис<br>цип<br>лин<br>ы/т<br>ем<br>ы | С<br>е<br>м<br>е<br>с<br>т<br>р | Вс<br>ег<br>о<br>ч<br>ас<br>ов | Из<br>них<br>прак<br>тиче<br>ская<br>подг<br>отов<br>ка<br>обуч<br>ающ<br>ихся | Виды учебной работы,<br>включая самостоятельную работу обучающихся ,<br>практическую подготовку и трудоемкость<br>(в часах) |                                                          |                  |                               | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости;<br><br>и;<br>Форма<br>промежуточ<br>ной<br>аттестации<br>(по<br>семестрам) |
|----------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                   |                                 |                                |                                                                                | Контактная работа преподавателя с<br>обучающимися                                                                           |                                                          |                  | Самостояте<br>льная<br>работа |                                                                                                                           |
|          |                                                   |                                 |                                |                                                                                | Лекции                                                                                                                      | Семинарские<br>/практические<br>/лабораторные<br>занятия | Консультаци<br>и |                               |                                                                                                                           |
| 1        | 1-6                                               | 1                               | 252                            | 68                                                                             | 50                                                                                                                          | 68                                                       | 2                | 97                            | Практиче<br>ское<br>задание,<br>опрос;<br>экзамена<br>ционные<br>билеты                                                   |
| 2        | 1-3                                               | 2                               | 252                            | 60                                                                             | 40                                                                                                                          | 60                                                       | 1                | 116                           | Практиче<br>ское<br>задание,<br>опрос;<br>экзамена<br>ционные<br>билеты                                                   |
| 3        | 1-3                                               | 3                               | 144                            | 32                                                                             | 32                                                                                                                          | 32                                                       | 1                | 40                            | Практиче<br>ское<br>задание,<br>опрос;<br>экзамена<br>ционные<br>билеты                                                   |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся |                      |                     | Оценочное средство           | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                                                                                                                          |
|---------|------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                        | Вид самостоятельной работы         | Сроки выполнения     | Трудоемкость (час.) |                              |                                                                                                                                                                                 |
| 1       | Тема 1-6               | Решение задач домашней работы      | После пройденных тем | 97                  | Демонстрация готовых решений | Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ. |
| 2       | 1-3                    | Решение задач домашней работы      | После пройденных тем | 116                 | Демонстрация готовых решений |                                                                                                                                                                                 |
| 3       | 1-3                    | Решение задач домашней работы      | После пройденных тем | 40                  | Демонстрация готовых решений |                                                                                                                                                                                 |

#### 4.3. Содержание учебного материала

| №                | Тема                             | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 семестр</b> |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1                | Введение в математический анализ | Множества. Отображения множеств. Функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Последовательности и пределы. Непрерывность и разрывы функции. Бесконечно малые, бесконечно большие и эквивалентные функции.                              |
| 2                | Дифференциальное исчисление      | Производная, её геометрический и физический смысл. Дифференциал функции. Правила нахождения производной и дифференциалов. Таблица производных и дифференциалов. Производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о среднем. Правило Лопиталя. Условия |

|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                           | монотонности функции. Необходимые и достаточные условия экстремума функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты. Построение графика функции. Формула Тейлора.                                                                                                                                           |
| 3                | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Частные производные, уравнения касательной плоскости и нормали. Дифференциал, его связь с частными производными. Производная по направлению. Градиент. Экстремум функции нескольких переменных.                                                                                                                                                                                              |
| 4                | Интегральное исчисление                                   | Свойства первообразных и таблица интегралов. Основные приемы интегрирования. Метод неопределённых коэффициентов, интегрирование иррациональных и тригонометрических выражений. Понятие определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Геометрические приложения определенных интегралов. Несобственные интегралы. |
| 5                | Кратные интегралы                                         | Понятие о кратных интегралах. Двойные интегралы и их вычисление. Замена переменных в двойном интеграле. Двойные интегралы в полярных координатах. Приложения двойных интегралов. Тройной интеграл и его вычисление. Приложения тройных интегралов.                                                                                                                                           |
| 6                | Криволинейные и поверхностные интегралы                   | Криволинейный интеграл I рода и его вычисление. Криволинейный интеграл II рода и его вычисление. Приложения криволинейных интегралов. Поверхностный интеграл I рода и его вычисление. Поверхностный интеграл II рода и его вычисление. Приложения поверхностных интегралов.                                                                                                                  |
| <b>2 семестр</b> |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1                | Элементы теории поля                                      | Скалярные и векторные поля. Поверхности и линии уровня скалярного поля. Векторные линии векторного поля. Дифференциальные операции над полями: производная по направлению и градиент скалярного поля; Дивергенция и ротор векторного поля. Поток поля. Циркуляция. Оператор Гамильтона. Основные классы полей                                                                                |
| 2                | Обыкновенные дифференциальные уравнения                   | Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные однородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Система линейных однородных дифференциальных уравнений 1-го порядка с постоянными коэффициентами         |
| 3                | Теория рядов                                              | Числовые ряды. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши. Достаточные признаки сходимости знакопостоянных рядов. Признак Лейбница. Степенные ряды. Радиус сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена.                                                                                                                                                                                          |

|                  |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                               | Приближенные вычисления с помощью рядов. Решение дифференциальных уравнений с помощью рядов. Тригонометрический ряд Фурье. Теорема Дирихле.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>3 семестр</b> |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                | Теория рядов                                  | <p><b>Функциональные ряды:</b> Теоремы о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании функциональных рядов.</p> <p><b>Степенные ряды:</b> Радиус сходимости. Формула Коши - Адамара. Разложение в ряд Тейлора элементарных функций, область сходимости. Приложения рядов.</p> <p><b>Ряд и интеграл Фурье:</b> Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье, нахождение коэффициентов ряда. Предельный переход от ряда Фурье к интегралу Фурье. Преобразование Фурье для производной.</p> |
| 2                | Дифференцирование скалярных и векторных полей | Скалярные поля (преобразование, индуцированное инвариантностью). Векторные поля (закон преобразования). Оператор набл. Градиент – векторное поле, дивергенция – скалярное поле. Геометрический смысл. Ротор. Примеры вычисления.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3                | Интегрирование скалярных и векторных полей    | Теоремы Гаусса и Стокса в векторной записи. Физический смысл дивергенции. Физический смысл ротора. Три условия потенциальности поля. Ортогональные криволинейные системы координат. Выражения для градиента, дивергенции и лапласиана в криволинейной ортогональной системе координат.                                                                                                                                                                                                                                                     |

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| №                | № раздела и темы дисциплины      | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ                                                                                                                                                                    | Трудовое<br>мощность<br>(часы) | Оценочные<br>средства | Формируемые<br>компетенции |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <b>1 семестр</b> |                                  |                                                                                                                                                                                                                              |                                |                       |                            |
| 1                | Введение в математический анализ | Множества. Отображения множеств. Функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Последовательности и пределы. Непрерывность и разрывы функции. Бесконечно малые, бесконечно большие и эквивалентные функции. | 10                             | Контрольная работа    | ОПК-1                      |
| 2                | Дифференциальное исчисление      | Производная, её геометрический и физический смысл. Дифференциал функции. Правила нахождения производной и дифференциала. Таблица производных и                                                                               | 10                             | Контрольная работа    | ОПК-1                      |

|   |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                    |       |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-------|
|   |                                                           | дифференциалов. Производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о среднем. Правило Лопиталю. Условия монотонности функции. Необходимые и достаточные условия экстремума функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты. Построение графика функции. Формула Тейлора.                                 |    |                    |       |
| 3 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Частные производные, уравнения касательной плоскости и нормали. Дифференциал, его связь с частными производными. Производная по направлению. Градиент. Экстремум функции нескольких переменных.                                                                                                                                                                                              | 14 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 4 | Интегральное исчисление                                   | Свойства первообразных и таблица интегралов. Основные приемы интегрирования. Метод неопределённых коэффициентов, интегрирование иррациональных и тригонометрических выражений. Понятие определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Геометрические приложения определенных интегралов. Несобственные интегралы. | 14 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 5 | Кратные интегралы                                         | Понятие о кратных интегралах. Двойные интегралы и их вычисление. Замена переменных в двойном интеграле. Двойные интегралы в полярных координатах. Приложения двойных интегралов. Тройной интеграл и его вычисление. Приложения тройных интегралов.                                                                                                                                           | 12 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 6 | Криволинейные и поверхностные интегралы                   | Криволинейный интеграл I рода и его вычисление. Криволинейный интеграл II рода и его вычисление. Приложения криволинейных интегралов. Поверхностный интеграл I рода и его вычисление. Поверхностный                                                                                                                                                                                          | 8  | Контрольная работа | ОПК-1 |

|                  |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                    |       |
|------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-------|
|                  |                                         | интеграл II рода и его вычисление. Приложения поверхностных интегралов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                    |       |
| <b>2 семестр</b> |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                    |       |
| 1                | Элементы теории поля                    | Скалярные и векторные поля. Поверхности и линии уровня скалярного поля. Векторные линии векторного поля. Дифференциальные операции над полями: производная по направлению и градиент скалярного поля; Дивергенция и ротор векторного поля. Поток поля. Циркуляция. Оператор Гамильтона. Основные классы полей                                                                        | 12 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 2                | Обыкновенные дифференциальные уравнения | Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные однородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Система линейных однородных дифференциальных уравнений 1-го порядка с постоянными коэффициентами | 24 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 3                | Теория рядов                            | Числовые ряды. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши. Достаточные признаки сходимости знакопостоянных рядов. Признак Лейбница. Степенные ряды. Радиус сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена. Приближенные вычисления с помощью рядов. Решение дифференциальных уравнений с помощью рядов. Тригонометрический ряд Фурье. Теорема Дирихле.                                      | 24 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| <b>3 семестр</b> |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                    |       |
| 1                | Теория рядов                            | <u>Функциональные ряды:</u> Теоремы о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании функциональных рядов.                                                                                                                                                                                                                                                              | 12 | Контрольная работа | ОПК-1 |

|   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |                    |       |
|---|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-------|
|   |                                               | <p><u>Степенные ряды:</u> Радиус сходимости. Формула Коши - Адамара. Разложение в ряд Тейлора элементарных функций, область сходимости. Приложения рядов.</p> <p><u>Ряд и интеграл Фурье:</u> Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье, нахождение коэффициентов ряда. Предельный переход от ряда Фурье к интегралу Фурье. Преобразование Фурье для производной.</p> |    |                    |       |
| 2 | Дифференцирование скалярных и векторных полей | <p>Скалярные поля (преобразование, индуцированное инвариантностью). Векторные поля (закон преобразования). Оператор набл. Градиент – векторное поле, дивергенция – скалярное поле. Геометрический смысл. Ротор. Примеры вычисления.</p>                                                                                                                                                                     | 10 | Контрольная работа | ОПК-1 |
| 3 | Интегрирование скалярных и векторных полей    | <p>Теоремы Гаусса и Стокса в векторной записи. Физический смысл дивергенции. Физический смысл ротора. Три условия потенциальности поля. Ортогональные криволинейные системы координат. Выражения для градиента, дивергенции и лапласиана в криволинейной ортогональной системе координат.</p>                                                                                                               | 10 | Контрольная работа | ОПК-1 |

#### 4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

| №   | Тема                             | Вид самостоятельной работы | Задание                                                             | Рекомендуемая литература                                                        | Количество часов |
|-----|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1.1 | Введение в математический анализ | Домашняя работа            | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. | Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий. | 15               |
| 1.2 | Дифференциальное исчисление      | Домашняя работа            | Решение задач, аналогичных тем, что были на                         | Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю,                          | 15               |

|     |                                                           |                 |                                                                     |                                            |    |
|-----|-----------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----|
|     |                                                           |                 | практически<br>х занятиях.                                          | предоставляемы<br>м Научной<br>библиотекой |    |
| 1.3 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 15 |
| 1.4 | Интегральное исчисление                                   | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 15 |
| 1.5 | Кратные интегралы                                         | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 15 |
| 1.6 | Криволинейные и поверхностные интегралы                   | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 21 |
| 2.1 | Элементы теории поля                                      | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 45 |
| 2.2 | Обыкновенные дифференциальные уравнения                   | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 30 |
| 2.3 | Теория рядов                                              | Домашняя работа | Решение задач, аналогичных тем, что были на практически х занятиях. |                                            | 30 |
| 3.1 | Функциональн                                              | Домашняя работа | Решение                                                             |                                            | 15 |

|     |                                                             |                 |                                                                                       |  |    |
|-----|-------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|----|
|     | ые ряды,<br>Степенные<br>ряды, Ряд и<br>интеграл Фурье,     |                 | задач,<br>аналогичных<br>тем, что<br>были на<br>практически<br>х занятиях.            |  |    |
| 3.2 | Дифференциро-<br>вание<br>скалярных и<br>векторных<br>полей | Домашняя работа | Решение<br>задач,<br>аналогичных<br>тем, что<br>были на<br>практически<br>х занятиях. |  | 15 |
| 3.3 | Интегрирование<br>скалярных и<br>векторных<br>полей         | Домашняя работа | Решение<br>задач,<br>аналогичных<br>тем, что<br>были на<br>практически<br>х занятиях. |  | 10 |

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Для закрепления материала, рассмотренного на лекциях и практических занятиях, студентам предлагаются задачи по изучаемым разделам и график их выполнения. Оценка самостоятельной работы студентов проводится в виде проверки домашней работы и устного зачета.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ

Написание курсовых работ или проектов не предусмотрена учебным планом.

### •V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### •а) основная литература

•1. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления [Текст] : учеб. для студ. физ. и механико-математич. спец. вузов: В 3 т. / Г. М. Фихтенгольц. - 8-е изд. - М. : Физматлит, 2006. - 22 см.

•Т.1. - 679 с. : граф. - Алф. указ.: с. 671-679. - ISBN 5-9221-0436-5 : 185.00 р.(97)

•2. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. В 2-х тт. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 441 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65055](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65055).  
Неограниченный доступ.

•3. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Текст] : учеб. пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. - 4-е изд., перераб. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 473 с. - ISBN 978-5-8114-0921-1 (45)

#### •б) дополнительная литература

•1. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович. – 14-е изд., испр. - М. : Изд-во МГУ, 1998. - 624 с. (51)

- 2. Тер-Крикоров А.М. Курс математического анализа / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин. – М.: Физматлит, 1988.
- 3. Основы математического анализа [Текст]: учеб.для студ.физ.спец.и спец."Прикл.математика":в 2-х ч. / В.А.Ильин, Э.Г.Позняк. - М. : Физматлит. Ч.1. - 2001. - 648 с. (9)
- 4. Основы математического анализа [Текст]: учеб.для студ.физ.спец.и спец."Прикл.математика":в 2-х ч. / В.А.Ильин, Э.Г.Позняк. - М. : Физматлит. Ч.2. - 2001. - 464 с. (9)
- 5. [Рудин, У.](#) Основы математического анализа [Текст] : учебное пособие / У. Рудин; Пер. с англ. В.П. Хавина. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2002, 2004. - 319 с, 320 с. - ISBN 5-8114-0443-3 (11)
- 6. У. Рудин Основы математического анализа. М.: Мир, 2002, 2004. (11)
- 7. Ильин В.А. Математический анализ / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Бл.Х. Сендов. – 1979. -720 с.
- 8. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 736 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2660](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2660) — Загл. с экрана.
- 9. Карташев, А.П. Математический анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=178](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=178).
- 10. [Будак, Б.М.](#) Кратные интегралы и ряды [Текст]: учеб.для студ.физ.и физ.-мат.фак.ун-тов / Б.М. Будак, С.В. Фомин. - 3-е изд. - М.: Физматлит, 2002. - 511 с.; 22 см. - ISBN 5-9221-0300-8 (31)

#### **б) периодические издания**

- нет .

#### **в) список авторских методических разработок**

- нет

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://library.isu.ru/> - Научная библиотека ИГУ;

Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ:

- <https://isu.bibliotech.ru/> - ЭЧЗ «БиблиоТех»;
- <http://e.lanbook.com> - ЭБС «Издательство «Лань»;
- <http://rucont.ru> - ЭБС «Руконт» - межотраслевая научная библиотека, содержащая оцифрованные книги, периодические издания и отдельные статьи по всем отраслям знаний, а также аудио-, видео-, мультимедиа софт и многое другое;
- <http://ibooks.ru/> - ЭБС «Айбукс»- интернет ресурсы в свободном доступе.

#### **•VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий лекционного типа в качестве демонстрационного оборудования используется меловая доска, проектор, ноутбук. Наглядность обеспечивается путем

изображения схем, диаграмм и формул с помощью мела. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: учебно-методические пособия, контрольные задания для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

## •VII. Образовательные технологии

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- ◆ лекции, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- ◆ практические занятия, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- ◆ консультации – еженедельно для всех желающих студентов;
- ◆ самостоятельная внеаудиторная работа направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;
- ◆ текущий контроль за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях в ходе самостоятельного решения задач, в том числе у доски.

## •VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Оценочные средства для входного контроля (контрольная работа).

1) Решить уравнение: 
$$\left[ \frac{4a - 9a^{-1}}{2a^{1/2} - 3a^{-1/2}} + \frac{a - 4 + 3a^{-1}}{a^{1/2} - a^{-1/2}} \right]^2 = 1$$

2) Доказать тождество: 
$$\frac{\sin 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

3) Решить неравенство:  $|2x + 3| \leq 4x$

4) Построить график функции:  $y = \frac{x}{x - 1}$

5) Решить уравнение:  $\sin 3x - 7 \sin x = 0$

6) Построить график функции:  $y = 2 - \sqrt{|1 - x|}$

7) Решить систему уравнений: 
$$\begin{cases} x(x + y + z) = 7 \\ y(x + y + z) = 14 \\ z(x + y + z) = 28 \end{cases}$$

8.2. Оценочные средства текущего контроля

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

| № | Вид контроля                              | Контролируемые темы (разделы) | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|---|-------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 | Контрольная работа                        | 1-6 (1 семестр)               | ОПК-1                                          |
| 2 | Контрольная работа                        | 1-3 (2 семестр)               | ОПК-1                                          |
| 3 | Контрольная работа, собеседование по теме | 1-3 (3 семестр)               | ОПК-1                                          |

**Демонстрационный вариант контрольной работы:****Вариант 1**

1. Запишите формулу вычисления поверхностного интеграла II рода. В чем его смысл? (0.1 балла)

2. Записать интеграл  $\iint_G f(x; y) dx dy$  в виде повторных

интегралов с различным порядком интегрирования, если область G задана неравенством  $x^2 + y^2 \leq 2ax$  (0.2 балла)

3. Вычислить интеграл  $\iint_G \sin \pi(x-y) dx dy$ , если G - треугольник с вершинами (-4; 1); (-1; -0.5) и (3.5; 8.5) (0.2 балла)

**Демонстрационный вариант контрольной работы**

Задачи из сборника Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович. – 14-е изд., испр. - М. : Изд-во МГУ, 1998. - 624 с:

**№№ 2548, 2554, 2560, 2568, 2573**

**Демонстрационный вариант контрольной работы**

Задачи из сборника Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович. – 14-е изд., испр. - М. : Изд-во МГУ, 1998. - 624 с]:

**№№ 2619, 2662, 2664, 2666.1, 2677**

**Вопросы к экзамену****1 семестр**

1. Элементарные функции, их графики.
2. Четность, нечетность, периодичность функций.
3. Предел последовательности и функции. Свойства пределов. I и II замечательные пределы.
4. Бесконечно малые и бесконечно большие. Сравнение бесконечно малых. Таблица эквивалентных функций.
5. Непрерывность и виды разрывов функции. Свойства непрерывных функций.
6. Производная, ее геометрический и механический смысл. Производная произведения, частного и сложной функции.

7. Логарифмическое дифференцирование. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Формула Лейбница.
8. Дифференциал, его применение к приближенным вычислениям. Теоремы о среднем (Ролля, Лагранжа, Коши). Правило Лопиталя.
9. Вывод формул для нахождения производных.
10. Исследование функций: асимптоты, монотонность, экстремум. Выпуклость, точки перегиба. Общая схема исследования функций.
11. Свойства неопределенного интеграла, интегрирование подстановкой и по частям.
12. Интегрирование простейших дробей.
13. Интегрирование рациональных дробей.
14. Интегрирование тригонометрических функций.
15. Интегрирование алгебраических иррациональностей.
16. Понятие определенного интеграла, его свойства.
17. Вычисление площади криволинейной трапеции и длины дуги с помощью определенного интеграла.
18. Вычисление объема и площади поверхности вращения с помощью определенного интеграла.
19. Несобственные интегралы, теоремы сравнения.
20. Предел и непрерывность функции двух переменных.
21. Полный дифференциал функции многих переменных.
22. Приближенные вычисления с помощью полного дифференциала.
23. Частные производные высших порядков.
24. Касательная плоскость и нормаль к поверхности
25. Дифференцирование сложных и неявных функций многих переменных.
26. Экстремум в точке и в области.
27. Определение двойного интеграла, его свойства и методы вычисления.
28. Определение тройного интеграла, его свойства и методы вычисления.
29. Двойной интеграл в полярной системе координат. Якобиан преобразования.
30. Цилиндрические и сферические координаты. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
31. Приложения кратных интегралов.
32. Определение криволинейного интеграла 1-го рода. Свойства и методы вычисления криволинейного интеграла 1-го рода.
33. Определение криволинейного интеграла 2-го рода. Свойства и методы вычисления.
34. Приложения криволинейных интегралов.
35. Формула Остроградского-Грина. Независимость криволинейного интеграла 2-го рода от пути интегрирования.
36. Определение поверхностных интегралов 1-го рода, свойства и методы вычисления.
37. Определение поверхностных интегралов 2-го рода, свойства и методы вычисления.
38. Теорема Остроградского - Гаусса.
39. Теорема Стокса.

### Пример экзаменационного билета

| ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| по дисциплине "Математический анализ", 1 курс 1 семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 1. Определение функции одной и нескольких переменных. Область определения функции. Способы задания функции: аналитический (явный, параметрический, неявный), графический, табличный.<br>2. Точка локального экстремума. Формула конечных приращений Лагранжа (доказательство).<br>3. Интегрирование простейших рациональных дробей. Разложение рациональной дроби на простейшие (без доказательства). Интегрирование рациональных дробей. |  |

## 2 семестр

1. Скалярное поле. Поверхности и линии уровня.
2. Производная по направлению. Градиент скалярного поля, его свойства. Связь производной по направлению и градиента.
3. Понятие векторного поля. Векторные линии.
4. Поток поля. Дивергенция, ее свойства.
5. Формула Остроградского-Гаусса в векторной форме.
6. Ротор векторного поля. Циркуляция, ее свойства. Формула Стокса в векторной форме.
7. Оператор Гамильтона. Векторные операции 1 и 2 порядка.
8. Основные классы векторных полей: соленоидальное, потенциальное, гармоническое.
9. Понятие дифференциального уравнения первого порядка. Общее решение дифференциального уравнения первого порядка.
10. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка
11. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
12. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
13. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка, формула Бернулли.
14. Уравнение Бернулли и его решение.
15. Дифференциальные уравнения 2-го порядка, допускающие понижение порядка.
16. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Общие понятия. Задача Коши.
17. Линейные однородные дифференциальные уравнения и свойства их решений.
18. Линейная независимость функций. Определитель Вронского. Условие линейной независимости решений линейного однородного дифференциального уравнения.
19. Теорема о структуре общего решения линейного однородного дифференциального уравнения.
20. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.
21. Определение фундаментальной системы решений в зависимости от типа корней характеристического уравнения.
22. Метод вариации (Лагранжа) произвольных постоянных.
23. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами со специальной правой частью, метод подбора частного решения.
24. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, методы их решений.
25. Определение числового ряда. Определение частичной суммы ряда.
26. Определение сходящегося числового ряда. Критерий Коши.
27. Необходимый признак сходимости ряда. Гармонический, геометрический ряд.
28. Признак сравнения. Предельная форма признака сравнения.
29. Признак Даламбера. Радикальный признак Коши. Интегральный признак Коши.
30. Понятие знакопеременных и знакочередующихся рядов.
31. Теорема Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакочередующихся рядов.
32. Функциональный ряд. Равномерная сходимость. Критерий Вейерштрасса. Построение мажорирующего ряда.
33. Степенной ряд. Теорема Абеля. Область сходимости степенного ряда. Правило нахождения радиуса сходимости.
34. Ряд Тейлора, Маклорена. Разложения основных элементарных функций.
35. Применение степенных рядов к решению дифференциальных уравнений, к вычислению интегралов.
36. Тригонометрический ряд Фурье. Нахождение коэффициентов ряда с периодом  $2\pi$  и с произвольным периодом.
37. Теорема Дирихле.

### **Пример экзаменационного билета**

1. Дать определение потока векторного поля, пояснить его физический смысл.
2. Линейная независимость решений ЛОДУ, определитель Вронского.
3. Необходимый признак сходимости числовых рядов.

### **3 семестр**

1. Функциональные ряды
2. Теоремы о предельном переходе (непрерывности), почленном интегрировании и дифференцировании функциональных рядов
3. Степенные ряды
4. Радиус сходимости
5. Формула Коши - Адамара
6. Равномерная сходимость и непрерывность суммы степенного ряда, почленное интегрирование и дифференцирование
7. Достаточное условие разложимости функций в степенные ряды, разложение в ряд Тейлора элементарных функций, область сходимости
8. Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье
9. Комплексная форма ряда Фурье, нахождение коэффициентов ряда
10. Предельный переход от ряда Фурье к интегралу Фурье
11. Преобразование Фурье для производной
12. Теоремы Гаусса и Стокса в векторной форме.
13. Геометрические и механические приложения криволинейных и поверхностных интегралов.
14. Скалярные поля (преобразование, индуцированное инвариантностью)
15. Векторные поля (закон преобразования)
16. Градиент - векторное поле, дивергенция - скалярное поле Геометрический смысл
17. Ротор, примеры вычисления
18. Криволинейные и поверхностные интегралы II-го рода
19. Физический смысл дивергенции
20. Физический смысл ротора
21. Три условия потенциальности поля
22. Ортогональные криволинейные системы координат
23. Выражения для градиента, дивергенции и лапласиана в криволинейной ортогональной системе координат

### **Примеры заданий к экзамену за III семестр**

Задачи из сборника Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович. – 14-е изд.,испр. - М. : Изд-во МГУ, 1998. - 624 с

№№ 2546-2552, 2554, 2556-2564, 2568, 2571, 2573, 2574, 2577,2578-2583, 2586-2589, 2589.1, 2593, 26-07-2609, 2619, 2620, 2623,2659-2662, 2664, 2666.1, 2667-2570, 2673, 2675, 2677, 2697,2698,2716, 2717, 2724, 2773Ю, 2745, 2746-2749, 2767-2769, 2774(а-в), 2775, 2792,2812-28-18, 2821-2823, 2831.2, 2833-2835, 2838-2844, 2849, 2851-2857, 2869-2871, 2874, 2879, 2882,2906-2909, 2911, 2912, 2921-2924,2936,2937,2941,2938

***Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше в п.3:***

1. Указать значение смешанной частной производной второго порядка функции  $z = \sin e^x \cdot y^2$

- $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 2 y \cdot \cos e^x$
- $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = -\cos e^x \cdot e^x \cdot 2 y$
- $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 2 y \cdot \cos e^x \cdot e^x$
- $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 2 y - \cos e^x \cdot e^x$

2. Указать значение производной функции  $y = x^2 \cdot \ln x$

- $y' = 2 x \cdot \ln x + x$
- $y' = 2 x \cdot \ln x + x^2$
- $y' = 2 x + x \cdot \ln x$
- $y' = \frac{2 \ln x}{x} + x$

3. Указать значение неопределенного интеграла  $\int \sin(3x - 5) dx$

- $\cos(3x - 5) + C$
- $-\cos(3x - 5) + C$
- $-3 \cos(3x - 5) + C$
- $-\frac{1}{3} \cos(3x - 5) + C$

4. Указать значение определенного интеграла

$$\int_0^2 \frac{dx}{4+x^2}$$

- $\operatorname{arctg} 2$
- $\pi/4$
- $\pi/8$
- $1/8$

Разработчики:



доцент кафедры теоретической физики Синицкая А.В.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики «24» марта 2025 г.

Протокол №6

Зав. кафедрой



С.В. Ловцов

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.