

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук
Кафедра теории функций

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования — ~~первый~~
проректор


Зягуров Т.А.

«29» мая 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11.01 Математический анализ

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 11.03.01 Радиотехника; 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность: Физика и техника радиоэлектронных и фотонных инфокоммуникаций; Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов; Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.О.11.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составил:

Кожевников В.В., ст. преподаватель _____

Рабочая программа дисциплины Б1.О.11.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 8 «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Голуб М.В. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 «30» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. _____

Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, доцент кафедры информационных образовательных технологий, канд. физ. - мат. наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели и задачи курса математического анализа определяются статусом этой дисциплины в общем научном и учебном контексте. В том и другом случае математический анализ выступает как основная базовая математическая дисциплина, методы которой используются повсеместно как при решении научных проблем, так и при изложении различных учебных курсов, базирующихся на методах математического анализа. Следовательно, основными целями и задачами курса является по возможности всесторонний охват методов математического анализа (в соответствии с выделенным на него объёмом учебных часов), а также доступное и качественное обучение его основам. Существенную роль в курсе играет формирование практических навыков в решении стандартных задач математического анализа.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО (код БЗ).

Дисциплина «Математический анализ» относится к базовой части профессионального цикла БЗ, являющегося структурным элементом ООП ВПО. Математический анализ как учебная дисциплина на ФТФ занимает два первых семестра первого курса. Основу математического анализа составляет дифференциальное и интегральное исчисление для вещественных функций одной или нескольких вещественных переменных. Приступая к изучению анализа, студенты должны владеть математическими знаниями в рамках программы средней школы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студент, прошедший успешное обучение по курсу «Математический анализ» должен обладать следующими общекультурными и профессиональными компетенциями:

- *умением быстро находить, анализировать и грамотно контекстно обрабатывать научно-техническую, естественнонаучную и общенаучную информацию, приводя её к проблемно-задачной форме (ОК-10)*

В области научно-исследовательской и научно-испытательской деятельности должен обладать:

- *умением понять поставленную задачу (ПК-2);*
- *умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат (ПК-5);*
- *умением грамотно пользоваться языком предметной области (ПК-7);*
- *пониманием корректной постановки задач (ПК-10);*
- *умением приобретать опыт самостоятельного различения типов знания (ПК-26)*

Основными понятиями, на базе которых развиваются методы математического анализа, являются понятия вещественного числа, функции, предела, непрерывности, производной, интеграла. Естественно, студент должен свободно владеть этими понятиями, правильно приводить их определения, а также демонстрировать достаточно высокую технику вычислений производных, дифференциальных выражений, а также интегралов различного рода. Эти знания и умения должны умело прилагаться к решению задач прежде всего геометрического содержания: построению графиков функций, вычислению длин кривых, площадей фигур, объёмов тел. Из аналитических задач, с которыми должен справляться студент, следует отметить задачи на экстремум и разложение функций в сходящиеся ряды. К необходимым требованиям относится также понимание понятия непрерывности и значения этого понятия для обоснования методов анализа. По изучении курса студенты получают понятие об основных методах анализа: асимптотических разложениях; геометрических приложениях; топологических методах; векторном дифференциальном и интегральном исчислении применительно к скалярным и векторным полям, а также представимости функций сходящимися рядами.

4. Содержание и структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 отчётных мероприятий (3 блиц-опроса, четыре контрольных и 1 коллоквиум и реферат по основным элементарным функциям) в первом семестре и 7 отчётных мероприятий (2 блиц-опроса, четыре контрольных работы и 1 реферат по рядам) во втором семестре, а также 4 зачётных единицы (зачёт и экзамен в каждом семестре).

4.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 1

| № п/п | Наименование раздела | Содержание раздела | Текущая учебная работа и контроль |
|-------|--------------------------------|---|---|
| 1 | Введение в анализ. | Логическая символика. Множества. Операции над множествами. Функции и отображения. Композиция функций. Взаимно однозначное соответствие. Обратная функция. | Блиц-опрос по графикам основных элементарных функций. |
| 2 | Вещественные числа | Вещественные числа. Числовая ось. Аксиома полноты. Модуль вещественного числа. Промежутки. Окрестности. Натуральные числа. Принцип математической индукции. Целые числа. Принцип Архимеда. Рациональные числа. Счётность и плотность множества рациональных чисел. Иррациональные числа. Точные верхняя и нижняя грани числовых множеств, их свойства. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Контрольная работа. |
| 3 | Последовательность и её предел | Промежутки. Окрестности Последовательности. Свойства сходящейся числовой последовательности. Бесконечно малая последовательность. Бесконечно большая последовательность. Общее определение предела последовательности. Предельный переход и неравенства. Арифметика пределов. Сходимость монотонной последовательности. Число e . Натуральный логарифм. Лемма о вложенных отрезках. Несчётность множества вещественных чисел. Подпоследовательность. Частичные пределы. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Фундаментальная последовательность. Критерий Коши. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. |
| 4 | Предел функции | Числовая функция. Способы задания функций. Основные элементарные функции. Предел функции по Коши. Предел функции по Гейне. Частичные пределы функции. Замечательные пределы. Общие теоремы о пределах функций. Предел монотонной функции. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | Бесконечно малые функции. Бесконечно большие функции. О-символика. Понятие об асимптотике. | |
| 5 | Непрерывные функции | Функция, непрерывная в предельной точке множества. Функция, непрерывная на множестве. Простейшие свойства непрерывных функций. Непрерывность монотонной функции. Непрерывность основных элементарных функций. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении. Первая теорема Вейерштрасса. Вторая теорема Вейерштрасса. Существование и непрерывность обратной функции. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Контрольная работа. |
| 6 | Дифференциальное исчисление функции одной переменной | Производная функции в точке и ее геометрический смысл. Касательная и нормаль к кривой. Простейшие правила вычисления производных. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Таблица производных основных элементарных функций. Функция, дифференцируемая в точке. Дифференциал. Вычисление дифференциала. Односторонние производные. Кусочно-гладкие функции. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Производные и дифференциалы высших порядков. Параметрическое дифференцирование. Формула Тейлора. Разложение Маклорена для основных элементарных функций. Условие постоянства функции. Условия монотонности функции. Локальные экстремумы. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума. Выпуклые функции. Условия выпуклости функции. Исследование функции на выпуклость. Точки перегиба. | Блиц-опрос по таблице производных и правилам дифференцирования. Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Контрольная работа. Коллоквиум. |
| 7 | Интегральное исчисление функции одной переменной | Интегрирование как операция, обратная дифференцированию. Первообразные и их свойства. Неопределённый интеграл и его свойства. Таблица неопределённых интегралов основных элементарных функций. Формула замены переменной в неопределённом интеграле. Формула интегрирования по частям. Интегралы, не вычисляемые в конечном виде. Определённый интеграл Римана. Свойства определённого интеграла, выраженные равенствами. Свойства определённого интеграла, выраженные неравенствами. Теорема о среднем значении. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Формула замены переменной. Формула интегрирования по частям. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Блиц-опрос по таблице неопределённых интегралов и простейшим приёмам интегрирования. Контрольная работа. Зачёт. |

| | | | |
|----|---|---|--|
| | | Несобственные интегралы. Сходимость. Вычисление длины гладкой кривой, площади плоской области и объема тел. | |
| 8 | Пространство R^n | Многомерное пространство. Евклидова метрика. Пространство R^n . Евклидова метрика. Топология пространства R^n . Последовательность точек пространства R^n и ее предел. Кривые и области в пространстве R^n . Лемма Больцано-Вейерштрасса. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях |
| 9 | Функции в многомерных пространствах | Вещественная функция двух переменных и ее график. Линии уровня. Понятие поверхности. Функции в многомерных пространствах. Предел функции нескольких переменных. Непрерывность функции нескольких переменных. Элементарные свойства непрерывных функций нескольких переменных. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении непрерывной функции. Первая и вторая теоремы Вейерштрасса. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях |
| 10 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Частные производные и частные дифференциалы. Функция, дифференцируемая в точке. Полный дифференциал. Достаточные условия дифференцируемости функции. Касательная плоскость и нормаль к гладкой поверхности. Касательная и нормальная плоскость к пространственной кривой. Производная сложной функции. Формула конечных приращений. Условия постоянства функции. Производная по направлению. Градиент. Геометрические свойства градиента. Инвариантность формы первого дифференциала. Вычисление дифференциалов. Частные производные высших порядков. Теорема Юнга и её обобщение. Частные производные высших порядков от сложных функций. Дифференциалы высших порядков. Дифференциалы высших порядков для сложных функций. Формула Тейлора. Локальные экстремумы функции нескольких переменных. | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях Блиц-опрос по вычислению частных производных простейших функций Контрольная работа. |
| 11 | Интегральное исчисление функций нескольких переменных | Криволинейный интеграл первого рода. Существование и вычисление криволинейного интеграла первого рода. Криволинейный интеграл второго рода по ориентированной кривой. Вычисление криволинейного интеграла второго рода. Связь между криволи- | Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Кон- |

| | | | |
|----|------------------------------------|--|---|
| | | <p>нейными интегралами 1-го и 2-го родов. Двойной интеграл по области. Свойства двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла по области. Формула Грина. Вычисление площадей с помощью криволинейных интегралов. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от формы кривой. Отображение областей. Преобразование элемента площади. Замена переменных в двойном интеграле. Определение поверхности. Способы задания поверхности. Двусторонние поверхности. Ориентация поверхности. Направляющие косинусы нормали. Определение понятия площади поверхности. Вычисление площади поверхности. Поверхностный интеграл первого рода. Сведение поверхностного интеграла первого рода к двойному. Поверхностный интеграл второго рода. Связь между поверхностными интегралами первого и второго рода. Формула Стокса. Тройной интеграл. Свойства тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла по параллелепипеду. Вычисление тройного интеграла по произвольной области. Замена переменных в тройном интеграле. Формула Остроградского – Гаусса. Некоторые элементы теории векторных полей. Многократные интегралы.</p> | <p>трольная работа по криволинейным и двойным интегралам. Контрольная работа по тройным и поверхностным интегралам.</p> |
| 12 | Ряды и интегральные преобразования | <p>Числовой ряд и его сходимость. Примеры. Остаток ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Гармонический ряд. Операции над сходящимися рядами. Знакоположительные ряды. Критерий сходимости знакоположительного ряда. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Знакопеременный ряд. Критерий Коши сходимости ряда. Абсолютная и условная сходимость. Функциональная последовательность. Предельная функция. Равномерно сходящаяся последовательность функций. Свойства равномерно сходящейся последовательности функций. Функциональный ряд. Область сходимости функционального ряда. Равномерная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса. Степенной ряд. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Свойства степенного ряда. Разложение функции в сходящийся степенной ряд. Ряд Тейлора. Разло-</p> | <p>Ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях. Блиц-опрос по теме сходимость числовых рядов. Контрольная работа по числовым и функциональным рядам.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | жение в ряд Маклорена основных элементарных функций. Тригонометрическая система и её свойства. Постановка задачи о разложении функции в ряд Фурье. Отыскание коэффициентов ряда методом Фурье – Эйлера. Функции ограниченной вариации. Разложение функции в ряд Фурье только по синусам или только по косинусам. Разложение функции на произвольном симметричном промежутке. Преобразование Фурье. | |
|--|--|--|

4.2. Структура дисциплины

Таблица 2

| Вид работы | Трудоёмкость в часах | | | | | |
|--|----------------------|-----|----------------|-----|-------|-----|
| | 1-й семестр | | 2-й семестр | | Всего | |
| Общая трудоёмкость | 135 | | 153 | | 288 | |
| Аудиторная работа: | 90 | | 108 | | 198 | |
| Лекции (Л) | 36 | | 36 | | 72 | |
| Практические занятия (ПЗ) | 54 | | 72 | | 126 | |
| Самостоятельная работа: | 27 | 45* | 27 | 45* | 54 | 90* |
| Подготовка реферата | 5 | 5* | 5 | 5* | 10 | 10* |
| Выполнение домашней работы, подготовка к блиц-опросам, контрольным, коллоквиумам, зачётам, экзаменам | 22 | 40* | 22 | 40* | 44 | 80* |
| Вид итоговой аттестации | Зачёт, экзамен | | Зачёт, экзамен | | | |

4.3. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Таблица 3.1 – разделы дисциплины, изучаемые в первом семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | | |
|-----------|--------------------------------|------------------|-----|-------------------|----|------------------------|----|
| | | Всего | | Аудиторная работа | | Самостоятельная работа | |
| | | | | Л | ПЗ | | |
| 1 | Введение в анализ. | 12 | 14* | 2 | 4 | 6 | 8* |
| 2 | Вещественные числа | 9 | 10* | 4 | 4 | 1 | 2* |
| 3 | Последовательность и её предел | 7 | 8* | 4 | 2 | 1 | 2* |
| 4 | Предел функции | 16 | 18* | 6 | 8 | 2 | 4* |
| 5 | Непрерывные функции | 12 | 14* | 6 | 4 | 2 | 4* |

| | | | | | | | |
|---|--|-----|------|----|----|----|-----|
| 6 | Дифференциальное исчисление функции одной переменной | 32 | 37* | 8 | 16 | 8 | 13* |
| 7 | Интегральное исчисление функции одной переменной | 29 | 34* | 6 | 16 | 7 | 12* |
| | Итого: | 117 | 135* | 36 | 54 | 27 | 45* |

Таблица 3.2 – разделы дисциплины, изучаемые во втором семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|-----|------------------------|----|-----|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа | | |
| | | | Л | ПЗ | | | | |
| 8 | Пространство R^n | 4 | 4* | 3 | - | -* | 1 | 1* |
| 9 | Функции в многомерных пространствах | 9 | 11* | 5 | 4 | 4* | 1 | 2* |
| 10 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | 42 | 44* | 12 | 20 | 28* | 8 | 14* |
| 11 | Интегральное исчисление функций нескольких переменных | 51 | 55* | 16 | 20 | 24* | 9 | 15* |
| 12 | Ряды и интегральные преобразования | 23 | 33* | - | 10 | 20* | 8 | 13* |
| | Итого: | 129 | 153* | 36 | 54 | 72* | 27 | 45* |
| | Всего: | 246 | 288* | 72 | 108 | 126* | 54 | 90* |

5. Образовательные технологии: активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, блиц-опросы, контрольные работы, коллоквиумы, зачёты и экзамены. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому практическому занятию. Зачёт выставляется после отчёта по всем пройденным темам как минимум на «удовлетворительно».

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

В процессе изучения математического анализа для студентов предусматривается ряд контрольных мероприятий. Прежде всего, это зачёты и экзамены в каждом из двух семестров. Они регламентированы учебной нагрузкой. В течение года проводится пять 10-минутных блиц-опроса, а также восемь часовых контрольных работ после завершения изучения очередной темы. График этих опросов и контрольных работ с указанием тем приводится в планах семинарских занятий по математическому анализу. В первом семестре планируется проведения коллоквиума с целью адаптации студентов к уровню требований, предъявляемых к ним на экзамене, и к форме проведения экзамена. Коллоквиум проводится в конце ноября или в начале декабря и включает в себя объем, соответствующий первым шести темам программы курса. Кроме того, в первом се-

местре студенты должны представить реферат по теме “Основные элементарные функции и их графики”. Реферат выполняется на листах в формате А4. Образец оформления титульного листа реферата приводится на с. 34. В реферате приводятся определения основных элементарных функций, кратко перечисляются их свойства. Текст сопровождается чертежами графиков функций. Во втором семестре студенты предъявляют реферат по теме «Числовые и функциональные ряды» с приложением, в котором приводятся десять задач по числовым и функциональным рядам, из которых первые пять задач посвящены сходимости числовых рядов и равномерной сходимости функциональных рядов, 3 задачи относятся к теме степенные ряды. Две задачи посвящены рядам Фурье. Все перечисленные формы отчёта должны быть представлены каждым студентом в срок и выполнены по меньшей мере на оценку “удовлетворительно”. Контрольные, коллоквиумы и рефераты оцениваются по пятибалльной системе. Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. На практических занятиях контроль осуществляется при ответе у доски, а также на основе блиц-опросов и контрольных работ.

Перечень примерных контрольных вопросов и задач для самостоятельной работы.

Примерные задачи для контрольных работ

Контрольная работа №1 (первый семестр)

1. Используя метод математической индукции, доказать, что при любом вещественном $q \neq 1$ выполняется равенство

$$1 + q + q^2 + \dots + q^{n-1} = \frac{1 - q^n}{1 - q} .$$

2. Нарисовать эскиз графика функции в полярной системе координат:

$$r = -\phi$$

3. Вычислить:

$$(\sin x)^{\lg x} \cdot i .$$

4. Исследовать на непрерывность и нарисовать эскиз графика:

$$y = 1 - e^{\frac{1}{x}} .$$

Контрольная работа №1 (второй семестр)

1. Найти производную $z'_x(x,y)$ функции $z(x,y)$, заданной неявно:
 $e^{xyz} + z = 0$.

2. Вычислить производную функции $u = xyz$ вдоль направления внутренней нормали к поверхности

$$x^2 + \frac{y^2}{4} = 2$$

в точке $P(1, 2, -1)$.

3. Разложить полином

$$x^3 + y^3 - 3xy$$

по степеням $x-1$, $y+1$.

4. Найти все точки локального экстремума функции

$$u = x^3 - 3y^2 - 3x.$$

Вопросы к экзамену¹

1-й семестр

1. Логическая символика.
2. Множества. Операции над множествами.
3. Функции и отображения. Композиция функций.
4. Взаимно однозначное соответствие. Обратная функция.
5. Отношения.
6. Мощность. Счётные множества.
7. Вещественные числа.
8. Числовая ось. Аксиома полноты.
9. Модуль вещественного числа.
10. Промежутки. Окрестности.
11. Натуральные числа. Принцип математической индукции.
12. Целые числа. Принцип Архимеда.
13. Рациональные числа. Счётность и плотность множества рациональных чисел.
14. Иррациональные числа.
15. Точные верхняя и нижняя грани числовых множеств, их свойства.
16. Последовательность вещественных чисел.
17. Предел числовой последовательности.
18. Бесконечно малая последовательность.
19. Свойства сходящихся числовых последовательностей.
20. Бесконечно большая последовательность. Общее определение предела последовательности.
21. Предельный переход и неравенства.
22. Предел монотонной последовательности.
23. Число e . Натуральный логарифм.
24. Лемма о вложенных отрезках.
25. Несчётность множества вещественных чисел.
26. Подпоследовательность. Частичные пределы.
27. Лемма Больцано-Вейерштрасса.
28. Критерии существования предела последовательности.
29. Числовая функция. Способы задания функций.
30. Основные элементарные функции.
31. Предельная точка множества.
32. Предел функции по Коши.
33. Предел функции по Гейне.

¹ На коллоквиум выносятся первые 52-56 вопросов.

34. Частичные пределы функции. Односторонние пределы.
35. Первый замечательный предел.
36. Второй замечательный предел.
37. Общие теоремы о пределах функций.
38. Предел монотонной функции.
39. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
40. O -символика. Понятие об асимптотике.
41. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва и их классификация.
42. Определение непрерывной функции.
43. Основные свойства непрерывных функций.
44. Непрерывность монотонной функции.
45. Непрерывность основных элементарных функций.
46. Первая теорема Больцано-Коши.
47. Вторая теорема Больцано-Коши. Область значений функции, непрерывной на промежутке.
48. Существование и непрерывность обратной функции.
49. Первая теорема Вейерштрасса.
50. Вторая теорема Вейерштрасса.
51. Производная. Примеры.
52. Формула для приращения функции, имеющей конечную производную.
53. Геометрический смысл производной.
54. Производная сложной функции.
55. Производная обратной функции. Примеры.
56. Основные правила вычисления производных. Примеры.
57. Таблица производных основных элементарных функций.
58. Функция, дифференцируемая в точке.
59. Дифференциал. Геометрический смысл дифференциала.
60. Вычисление дифференциалов.
61. Теорема Ферма.
62. Теорема Ролля.
63. Теорема Лагранжа.
64. Производные и дифференциалы высших порядков.
65. Формула Тейлора.
66. Разложение Маклорена для основных элементарных функций.
67. Интегрирование как операция, обратная дифференцированию.
68. Первообразные и их свойства.
69. Неопределённый интеграл.
70. Таблица неопределённых интегралов основных элементарных функций.
71. Основные свойства неопределённого интеграла.
72. Определённый интеграл Римана.
73. Свойства определённого интеграла, выраженные равенствами.
74. Свойства определённого интеграла, выраженные неравенствами.
75. Теорема о среднем значении.
76. Интеграл с переменным верхним пределом.
77. Формула Ньютона-Лейбница.

2-й семестр

1. Пространство R^n . Евклидова метрика.
2. Кривые и области в пространстве R^n
3. Топология пространства R^n .
4. Последовательность точек пространства R^n и ее предел.

5. Лемма Больцано-Вейерштрасса.
6. Вещественная функция двух переменных и ее график. Поверхность. Линии уровня.
7. Функции в многомерных пространствах.
8. Предел функции нескольких переменных.
9. Непрерывность функции нескольких переменных.
10. Элементарные свойства непрерывных функций нескольких переменных.
11. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении непрерывной функции.
12. Первая теорема Вейерштрасса.
13. Вторая теорема Вейерштрасса.
14. Частные производные и частные дифференциалы.
15. Функция, дифференцируемая в точке. Полный дифференциал.
16. Касательная плоскость и нормаль к гладкой поверхности.
17. Достаточные условия дифференцируемости функции.
18. Производная сложной функции.
19. Формула конечных приращений.
20. Условия постоянства функции.
21. Производная по направлению. Градиент.
22. Инвариантность формы первого дифференциала.
23. Вычисление дифференциалов.
24. Частные производные высших порядков. Теорема Юнга.
25. Частные производные высших порядков от сложных функций.
26. Дифференциалы высших порядков.
27. Дифференциалы высших порядков для сложных функций.
28. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.
29. Криволинейный интеграл первого рода.
30. Существование и вычисление криволинейного интеграла первого рода.
31. Криволинейный интеграл второго рода по ориентированной кривой.
32. Вычисление криволинейного интеграла второго рода.
33. Связь между криволинейными интегралами 1-го и 2-го родов.
34. Двойной интеграл по области.
35. Существование двойного интеграла.
36. Свойства двойного интеграла.
37. Вычисление двойного интеграла.
38. Формула Грина.
39. Вычисление площадей с помощью криволинейных интегралов.
40. Отображение областей.
41. Выражение площади в криволинейных координатах.
42. Замена переменных в двойном интеграле.
43. Сторона поверхности. Двусторонние поверхности. Ориентация поверхности.
44. Способы задания поверхности.
45. Направляющие косинусы нормали.
46. Площадь поверхности. Вычисление площади поверхности.
47. Поверхностный интеграл первого рода.
48. Сведение поверхностного интеграла первого рода к двойному.
49. Поверхностный интеграл второго рода.
50. Вычисление поверхностного интеграла второго рода.
51. Связь между поверхностными интегралами первого и второго рода.
52. Формула Стокса.
53. Тройной интеграл.
54. Свойства тройного интеграла.

55. Вычисление тройного интеграла.
56. Замена переменных в тройном интеграле.
57. Формула Остроградского – Гаусса.
58. Многократные интегралы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Основная литература

1. Архипов Г.И., Садовничий В.А., Чубариков В.Н. Лекции по математическому анализу. М.: МГУ, 2007.
2. Зорич В.А. Математический анализ. В 2-х т. М.: МЦНМО, 2007.
3. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. В 2-х ч. М.: Физматлит, 2009.
4. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. В 2-х т. М.: Физматлит, 2008-2009.
5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 2-х т. М.: Лань, 2008.
6. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Лань, 2010.
7. Кудрявцев Л.Д. И др. Сборник задач по математическому анализу. В 2-ч т. М.: Физматлит, 2009-2010

Дополнительная литература

- 1.Никольский С.М. Курс математического анализа. В 2-х т. М.: Физматлит, 2001.
- 2.Гелбаум Б., Олмстед Дж. Контрпримеры в анализе. М.: Мир, 1967.
- 3.Дьедонне Ж. Основы современного анализа. М.: Мир, 1964.
- 4.Картан А. Дифференциальное исчисление. Дифференциальные формы. М.: Мир, 1971.
- 5.Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1976.
- 6.Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной. М.: Наука, 1974.
- 7.Полиа Г., Сегё Г. Задачи и теоремы из анализа. В 2-х т. Изд. 3-е. М.: Наука, 1978.
- 8.Решетняк Ю.Г. Курс математического анализа. В 2-х ч. Новосибирск: Изд-во ин-та матем. Ч.1, книги 1 и 2, 1999. Ч 2, книги 1 и 2, 2000, 2001.
- 9.Рудин У. Основы математического анализа. Изд. 2-е. М.: Мир, 1974.
10. Уиттекер Э.Т., Ватсон Дж.Н. Курс современного анализа. В 2-х ч. Изд. 2-е. М.: Физматгиз, 1962-1963.
11. Шварц Л. Анализ. В 2-х т. М.: Мир, 1972.

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. краткий курс высшей математики. М.: Наука, 2007.
- 2.Натансон И.П. Краткий курс высшей математики. – СПб.: Изд-во Лань, 2005.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.alleng.ru/edu/math9.htm>
2. http://www.matburo.ru/st_subject.php?p=ma
3. <http://pdf-ka.ru/tags/matematicheskiy-analiz>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, доступ студентов к библиотеке, электронной библиотеке и сети Интернет.