

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД-8370/уч.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии

Минск 2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01-01-2013, ОСВО 1-31 04 06-2013, ОСВО 1-31 04 07-2013, учебных планов №G31-214/уч. и №G31и-215/уч., №G31-218/уч. и №G31и-219/уч., утвержденных 20.02.2018, №G31-229/уч. и №G31и-230/уч., утвержденного 20.03.2019 и типовой учебной программы «Математический анализ» №ТД-G.544/тип. от 18.11.2015

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.И. Ильинкова — доцент кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

В.В. Кашевский — доцент кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.И. Василец – проректор по учебной работе Белорусского государственного педагогического университета, кандидат физ-мат. наук, доцент

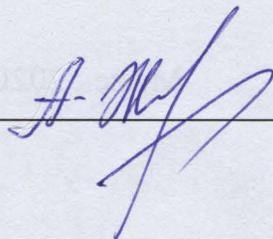
А.Л. Толстик – заведующий кафедрой лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, доктор физ-мат. наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 26 мая 2020 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 17 июня 2020 г.)

Заведующая кафедрой _____



Абрашина-Жадаева Н.Г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – глубокое овладение фундаментальными понятиями предельного перехода, операциями дифференцирования и интегрирования в одномерном и многомерном случаях и прочными навыками их использования в смежных математических курсах и при решении конкретных прикладных задач.

Задачи учебной дисциплины:

1. обеспечить глубокую общематематическую подготовку студентов физических специальностей, позволяющую свободно ориентироваться в научной и специальной литературе;
2. выработать навыки решения типовых и прикладных задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Математический анализ занимает центральное место в системе математической подготовки студентов физических специальностей, являясь фундаментом для успешного овладения теорией дифференциальных и интегральных уравнений, методами математической физики. Методы и аппарат анализа, составляющего основу математического естествознания, широко используются в курсах общей и теоретической физики.

Учебная дисциплина относится к циклу общенаучных и общепрофессиональных дисциплин государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «Математический анализ» тесно связана с учебными программами по смежным дисциплинам: «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

Требования к компетенциям

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих групп компетенций:

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям), направление специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность):

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

Для специальностей 1-36 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий:

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Социально-личностные компетенции:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

ПК-8. ПК -10. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия теории пределов;
- дифференциальное и интегральное исчисления функции одной и многих переменных и их приложения;
- основные операции и теоремы теории поля;

уметь:

- находить пределы последовательностей и функций;
- вычислять производные и интегралы от элементарных функций;
- исследовать сходимость несобственных интегралов и рядов;
- вычислять поток и циркуляцию векторных полей, находить скалярный и векторный потенциалы;
- использовать аппарат математического анализа при изучении физических явлений;

владеть:

- навыками применения математического инструментария для решения научно-практических задач.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1 и 2 семестрах дневной формы получения высшего образования.

Всего на изучение учебной дисциплины «Математический анализ» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 498 часов, в том числе 266 аудиторных часов, из них:

1 семестр – 146 аудиторных часов, из них: лекции – 66 часов, практические занятия – 72 часа, управляемая самостоятельная работа – 8 часов (в том числе – 2 часа/ДО).

2 семестр – 120 аудиторных часов, из них: лекции – 52 часа, практические занятия – 62 часа, управляемая самостоятельная работа – 6 часов (в том числе – 2 часа/ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 13,5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет и экзамен в каждом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение. Теория пределов.

Тема 1.1. Метод математической индукции. Сигма-символика. Бином Ньютона. Элементы комбинаторики

Тема 1.2. Точные границы числовых множеств. Комплексные числа. Разложение многочленов на множители. Разложение рациональных дробей на простейшие.

Тема 1.3. Предел числовой последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Свойства сходящихся последовательностей. Монотонные последовательности. Число e . Критерий сходимости.

Тема 1.4. Предел функции в точке. Односторонние и несобственные пределы. Критерий существования предела функции. Замечательные пределы. Сравнение функций.

Тема 1.5. Непрерывность функции. Классификация разрывов. Непрерывность элементарных функций. Локальные и глобальные свойства непрерывных функций. Равномерная непрерывность функций

Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

Тема 2.1. Производная функции. Дифференцируемые функции. Дифференциал. Производные элементарных функций. Правила дифференцирования. Производные сложных функций.

Тема 2.2. Правила вычисления производных и дифференциалов высших порядков. Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Раскрытие неопределенностей.

Тема 2.3. Различные формы остаточного члена формулы Тейлора. Формула Маклорена для элементарных функций. Приложения формулы Тейлора.

Тема 2.4. Условия монотонности функций. Экстремумы функций. Выпуклость кривых и точки перегиба. Асимптоты.

Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной.

Тема 3.1. Определение и свойства неопределённого интеграла. Основные методы интегрирования.

Тема 3.2. Интегрирование рациональных дробей. Метод рационализации.

Тема 3.3. Определение, основные свойства и условия существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций.

Тема 3.4. Формула Ньютона-Лейбница. Теоремы о среднем для определенного интеграла. Основные методы интегрирования.

Тема 3.5. Геометрические и физические приложения определенного интеграла. Приближённое вычисление интегралов.

Раздел 4. Дифференциальное исчисление

функций многих переменных.

Тема 4.1 Предел функций многих переменных. Свойства непрерывных функций

Тема 4.2 Частные производные и дифференциалы функции многих переменных. Производные и дифференциалы высших порядков.

Тема 4.3 Формула Тейлора и экстремумы функции многих переменных

Тема 4.4 Неявные функции. Неявные функции, заданные системой уравнений. Понятие о зависимости функций. Условный экстремум. Замена переменных в дифференциальных выражениях.

Раздел 5. Интегральное исчисление функций многих переменных.

Тема 5.1 Определение и основные свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному интегралу.

Тема 5.2 Вычисление двойных и тройных интегралов.

Тема 5.3 Замена переменных в кратных интегралах. Приложения кратных интегралов.

Тема 5.4 Несобственные интегралы (НИ) с бесконечными пределами. Признаки сходимости НИ с бесконечными пределами от положительных функций. Абсолютная и условная сходимость НИ.

Тема 5.5 Несобственные интегралы (НИ) от неограниченных функций. Сходимость НИ от неограниченных функций. Кратные несобственные интегралы.

Тема 5.6 Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость собственных интегралов, зависящих от параметра.

Тема 5.7 Свойства равномерно сходящихся НИ, зависящих от параметра. Равномерная сходимость НИ, зависящих от параметра. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость несобственных интегралов, зависящих от параметра.

Тема 5.8 Приложения теории к вычислению некоторых интегралов. Интегралы Эйлера.

Раздел 6. Теория рядов.

Тема 6.1 Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши, необходимое условие сходимости. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости произвольных рядов.

Тема 6.2 Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов.

Тема 6.3 Радиус сходимости степенного ряда. Разложение элементарных функций в степенной ряд.

Раздел 7. Основы векторного анализа.

Тема 7.1 Дифференциальная геометрия. Векторное уравнение кривой. Основной трехгранник. Вычисление кривизны и кручения.

Тема 7.2 Параметрическое уравнение поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. I и II квадратичные формы и их приложения.

Тема 7.3 Криволинейные и поверхностные интегралы. Криволинейные интегралы I и II рода. Вычисление криволинейных интегралов. Формула Грина и ее приложения.

Тема 7.4 Поверхностные интегралы I и II типа. Вычисление поверхностных интегралов. Формулы Остроградского и Стокса и их приложения.

Тема 7.5 Математическая теория поля. Скалярные и векторные поля. Инвариантные определения градиента, дивергенции, ротора, оператора Лапласа.

Тема 7.6 Потенциальные и соленоидальные поля. Оператор Гамильтона.

Тема 7.7 Операции теории поля в ортогональных криволинейных координатах.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСП (ДО)	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	Аудиторный контроль УСП		
	1 семестр	66	72	6	2	
1	Введение. Теория пределов	24	24	2		
1.1	Метод математической индукции. Сигма-символика. Бином Ньютона. Элементы комбинаторики.		4			Отчет по аудиторным упражнениям.
1.2	Точные границы числовых множеств. Комплексные числа. Разложение многочленов на множители. Разложение рациональных дробей на простейшие.	6	4			Отчет по аудиторным упражнениям
1.3	Предел числовой последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Свойства сходящихся последовательностей Монотонные последовательности. Число e . Критерий сходимости.	6	6			Отчет по аудиторным упражнениям.
1.4	Предел функции в точке. Односторонние и несобственные пределы. Критерий существования предела функции. Замечательные пределы. Сравнение функций.	4	6			Отчет по аудиторным упражнениям
1.5	Непрерывность функции. Классификация разрывов. Непрерывность элементарных функций. Локальные и глобальные свойства непрерывных функций. Равномерная непрерывность функций	6	4			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 1			2		Контрольная работа №1
2	Дифференциальное исчисление функций одной перемен-	16	14	2		

	ной					
2.1	Производная функции. Дифференцируемые функции. Дифференциал. Производные элементарных функций. Правила дифференцирования. Производные сложных функций.	6	4			Отчет по аудиторным упражнениям
2.2	Правила вычисления производных и дифференциалов высших порядков. Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Раскрытие неопределенностей	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям.
2.3	Различные формы остаточного члена формулы Тейлора. Формула Маклорена для элементарных функций. Приложение формулы Тейлора	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям
2.4	Условия монотонности функций. Экстремумы функций. Выпуклость кривых и точки перегиба. Асимптоты.	4	4			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 2.			2		Контрольная работа №2
3	Интегральное исчисление функций одной переменной	12	16	2		
3.1	Определение и свойства неопределённого интеграла. Основные методы интегрирования.	4	2			Отчет по аудиторным упражнениям
3.2	Интегрирование рациональных дробей. Метод рационализации	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям
3.3	Определение, основные свойства и условия существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций.	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям
3.4	Формула Ньютона-Лейбница. Теоремы о среднем для определенного интеграла. Основные методы интегрирования.	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям.
3.5	Геометрические и физические приложения определенного интеграла. Приближённое вычисление интегралов.	2	4			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 3.			2		Контрольная работа №3
4	Дифференциальное исчисление функций многих переменных	14	18		2	

4.1	Предел функций многих переменных. Свойства непрерывных функций	4	2			Отчет по аудиторным упражнениям
4.2	Частные производные и дифференциалы функции многих переменных. Производные и дифференциалы высших порядков.	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям.
4.3	Формула Тейлора и экстремумы функции многих переменных	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
4.4	Неявные функции. Неявные функции, заданные системой уравнений. Понятие о зависимости функций. Условный экстремум. Замена переменных в дифференциальных выражениях.	4	8			Отчет по аудиторным упражнениям.
	Текущий контроль знаний по разделу 4				2(ДО)	Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы Тест
	2 семестр	52	62	4	2	
5	Интегральное исчисление функций многих переменных	18	24	2		
5.1	Определение и основные свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному интегралу.	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям
5.2	Вычисление двойных и тройных интегралов.	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям
5.3	Замена переменных в кратных интегралах. Приложения кратных интегралов.	2	4			Отчет по аудиторным упражнениям
5.4	Несобственные интегралы (НИ) с бесконечными пределами. Признаки сходимости НИ с бесконечными пределами от положительных функций. Абсолютная и условная сходимость НИ.	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям
5.5	Несобственные интегралы (НИ) от неограниченных функций Сходимость НИ от неограниченных функций. Кратные несобственные интегралы.	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям

5.6	Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость собственных интегралов, зависящих от параметра.	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям
5.7	Свойства равномерно сходящихся НИ, зависящих от параметра. Равномерная сходимость НИ, зависящих от параметра. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость несобственных интегралов, зависящих от параметра.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
5.8	Приложения теории к вычислению некоторых интегралов. Интегралы Эйлера.	2	2			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 5.			2		Контрольная работа №1
6	Теория рядов	10	12	2		
6.1	Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши, необходимое условие сходимости. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости произвольных рядов.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
6.2	Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов. Свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
6.3	Радиус сходимости степенного ряда. Разложение элементарных функций в степенной ряд.	2	4			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 6			2		Контрольная работа № 2
7	Основы векторного анализа	24	26		2	
7.1	Дифференциальная геометрия. Векторное уравнение кривой. Основной трехгранник. Вычисление кривизны и кручения.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
7.2	Параметрическое уравнение поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. I и II квадратичные формы и их приложения.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям

7.3	Криволинейные и поверхностные интегралы. Криволинейные интегралы I и II рода. Вычисление криволинейных интегралов. Формула Грина и ее приложения.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
7.4	Поверхностные интегралы I и II типа. Вычисление поверхностных интегралов. Формулы Остроградского и Стокса и их приложения.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
7.5	Математическая теория поля. Скалярные и векторные поля. Инвариантные определения градиента, дивергенции, ротора, оператора Лапласа.	4	4			Отчет по аудиторным упражнениям
7.6	Потенциальные и соленоидальные поля. Оператор Гамильтона.	2	2			Отчет по аудиторным упражнениям
7.7	Операции теории поля в ортогональных криволинейных координатах.	2	4			Компьютерный тест
	Текущий контроль знаний по разделу 7				2(ДО)	Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы Тест

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Ильин, В.А. Основы математического анализа. Ч. 1 / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк — М.: Физматлит, 2005.— 648 с.
2. Ильин, В.А. Основы математического анализа. Ч. 2 / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк — М.: Физматлит, 2002.— 464 с.
3. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1 / Л.Д. Кудрявцев — М.: Физматлит, 2009.— 400 с.
4. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.2 / Л.Д. Кудрявцев — М.: Физматлит, 2010.— 424 с.
5. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. Т. 1 / Г.М. Фихтенгольц — СПб.:Лань, 2008. — 448 с.
6. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. Т. 2 / Г.М. Фихтенгольц — СПб.: Лань, 2005.— 464 с.
7. Тер-Крикоров, А.М. Курс математического анализа / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин — М.: БИНОМ, Лаб. Знаний, 2009. — 672 с.
8. Будак, Б.М. Кратные интегралы и ряды / Б.М. Будак, С.В. Фомин — М.: Физматлит, 2002. — 511 с.
9. Русак, В.М. Курс вышэйшай матэматыкі. Алгебра і геаметрыя. Аналіз функцый адной зменнай / В.М. Русак, Л.І. Шлома, В.К. Ахраменка, А.А. Крачкоўскі — Мн.: Вышэйшая школа, 1994.— 431 с.
10. Русак, В.М. Курс вышэйшай матэматыкі. Функцыі некалькіх зменных. Інтэгральнае злічэнне. Шэрагі / В.М. Русак, Л.І. Шлома, В.К. Ахраменка, А.А. Крачкоўскі — Мн.: Вышэйшая школа, 1997.— 505 с.
11. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович — М.: Лань, 2020. – 624 с.
12. Краснов, М.Л. Векторный анализ / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко — М.: Наука, 1978. — 160 с.
13. Чупригин О.А. Математический анализ. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. / О.А. Чупригин — Мн.: БГУ, 2010. — 270 с.
14. Кашевский В.В. Математический анализ. Курс лекций. / В.В. Кашевский — Мн., БДУ. 2008.— 151 с.
15. Кашевский В.В. УМК Математический анализ (электронный ресурс) Минск БГУ 2015, – 164 с. Деп. 06.10.2014 № 005706102014.
16. Кашевский В.В. УМК Математический анализ (электронный ресурс); составители: В.В. Кашевский, Н.И. Ильинкова Минск БГУ 2017, – 236 с. Деп. 29.03.2017 № 002029032017.
17. Абрашына-Жадаева Н.Р. Вышэйшая матэматыка ў прыкладах і задачах. Матэматычны аналіз. / Н.Р. Абрашына-Жадаева, В.К. Ахраменка, С.С. Бяляўскі, Л.Л. Бярозкіна, А.А. Чупрыгін — Мн., БДУ. 2007.— 154 с.
18. Высшая математика. Сборник задач: учеб. пособие. В 3 ч. Ч 1. Аналитическая геометрия. Анализ функции одной переменной / В.К.

- Ахраменко [и др.]; под ред. Н.Г. Абрашиной-Жадаевой, В.Н. Русака. – Мн.: БГУ, 2013. – 359 с.
19. Высшая математика. Сборник задач: учеб. пособие. В 3 ч. Ч 2. Линейная алгебра. Анализ функции многих переменных / В.К. Ахраменко [и др.]; под ред. Н.Г. Абрашиной-Жадаевой, В.Н. Русака. – Мн.: БГУ, 2014. – 384 с.
 20. Абрашина-Жадаева Н.Г., Тимощенко И.А. Основы векторного и тензорного анализа. Теория. Задачи – Мн., БГУ. 2011. – 255 с.
 21. Чупригин О.А. Математический анализ. Теория в тестах. / О.А. Чупригин — Мн.: БГУ, 2019. — 184 с.
 22. Абрашина-Жадаева Н.Г. Векторный и тензорный анализ в примерах и задачах = Vector and Tensor Analysis through Examples and Exercises : учеб. пособие / Н.Г. Абрашина-Жадаева, И.А. Тимощенко. – Мн: БГУ, 2019. – 250 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Богданов, Ю.С. Лекции по математическому анализу. Ч. 1 / Ю.С. Богданов –Мн.: БГУ, 1974. — 178 с.
2. Богданов, Ю.С. Лекции по математическому анализу. Ч. 2 / Ю.С. Богданов – Мн.: БГУ, 1974. — 178 с.
3. Зорич В.А. Математический анализ: в 2 т. / В. А. Зорич – М., Наука, 1981.
4. Никольский С.М. Курс математического анализа: в 2 т. / С. М. Никольский – М., Наука, 1990

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- отчет по аудиторным упражнениям;
- компьютерное тестирование;
- тест (ДО);
- письменные контрольные работы.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы по разделам дисциплины, компьютерные тесты. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно. Предлагается аналогичное домашнее задание, обязательное выполнение которого является необходимым условием для получения зачета и допуска к экзамену.

Контрольные работы проводятся в письменной форме. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин.

Компьютерное тестирование рекомендуется проводить в компьютерном классе с использованием теста в соответствующем курсе на образовательном портале физического факультета (eduphys.bsu.by).

Отчет по результатам дистанционного изучения заданной темы загружается студентом в соответствующий курс на образовательном портале физического факультета (eduphys.bsu.by).

Оценка контрольных работ, компьютерного тестирования проводится по десятибалльной шкале.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Математический анализ» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен в каждом семестре.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- средняя оценка по контрольным работам – 60 %;
- средняя оценка по компьютерным тестам – 15 %;

– тесты (ДО) – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

В качестве управляемой самостоятельной работы студентов планируется решение задач, проведение расчетов, выполнение упражнений. Форма контроля: компьютерные тесты, контрольные работы и тесты (ДО). Управляемая самостоятельная работа (далее УСР) будет обеспечена инструкциями, тренажерами на образовательном портале БГУ.

Примерный перечень тем контрольных работ:

1. Последовательности и пределы функций.
2. Основы дифференциального исчисления.
3. Неопределенный и определенный интегралы.
4. Функции многих переменных.
5. Двойные интегралы.
6. Нахождение циркуляции, потока векторного поля и потенциалов.

Примерный перечень тем компьютерного тестирования:

1. Введение в математический анализ.
2. Предел последовательности.
3. Предел функции.
4. Формула Тейлора.
5. Графики функций
6. Исследование функций
7. Методы интегрирования
8. Функции многих переменных.
9. Приложения кратных интегралов.
10. Числовые ряды.
11. Векторный анализ.

Примерный перечень заданий для тестов (ДО):

1. Исследование функций и построение графиков
2. Вычисление центров масс, моментов инерций и других механических величин.
3. Анализ характеристик векторных полей.

Отчет с выполненными заданиями загружается студентом в соответствующий курс на образовательном портале БГУ (eduphys.bsu.by).

Примерная тематика практических занятий

1. Элементы комбинаторики. Бином Ньютона.
2. Числовые множества. Многочлены и рациональные дроби.
3. Комплексные числа.
4. Сходящиеся последовательности.
5. Предел функции.
6. Свойства непрерывных функций.

7. Дифференцируемые функции. Дифференциал.
8. Производные и дифференциалы высших порядков.
9. Неопределённый интеграл. Основные методы интегрирования.
10. Интегрирование рациональных дробей. Метод рационализации.
11. Определённый интеграл. Методы интегрирования
12. Приложения определенного интеграла.
13. Формула Тейлора и ее приложения.
14. Исследование функций.
15. Предел и непрерывность функций многих переменных.
16. Дифференцирование функций многих переменных.
17. Формула Тейлора и экстремум функций многих переменных.
18. Неявные функции.
19. Условный экстремум.
20. Кратные интегралы.
21. Замена переменных в двойном и тройном интегралах.
22. Приложения кратных интегралов.
23. Несобственные интегралы с бесконечными пределами.
24. Интегралы от неограниченных функций.
25. Несобственные кратные интегралы.
26. Собственные интегралы зависящие от параметра.
27. Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра.
28. Интегралы Эйлера.
29. Числовые ряды.
30. Абсолютная и условная сходимость рядов.
31. Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость.
32. Основой трехгранник. Вычисление кривизны и кручения.
33. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
34. I и II квадратичные формы и их приложения.
35. Вычисление криволинейных интегралов I и II рода.
36. Формула Грина.
37. Вычисление поверхностных интегралов I и II рода.
38. Формулы Остроградского и Стокса.
39. Скалярные и векторные поля.
40. Вычисления градиента, дивергенции, ротора. Оператор Лапласа.
41. Потенциальные и соленоидальные поля.
42. Операции теории поля в ортогональных криволинейных координатах.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса рекомендуется использовать следующие инновационные подходы и методы:

1. **Практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач, которые способствуют формированию основ дальнейшей профессиональной деятельности.
2. **Развитие критического мышления:** формирование навыков работы с информацией; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине предполагает проработку основной и дополнительной литературы, самостоятельный поиск сведений, расширение конспекта лекций по результатам данной проработки, подготовку к практическим занятиям, выполнение домашнего задания. Самостоятельную работу студентов следует организовывать на основе принципов системности и регулярности. В помощь студентам рекомендуется разрабатывать и совершенствовать дистанционный курс на образовательном портале физического факультета.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Бином Ньютона.
2. Точные границы числовых множеств.
3. Комплексные числа.
4. Сходящиеся последовательности и их свойства.
5. Монотонные последовательности.
6. Число e . Гиперболические функции.
7. Принцип выбора (теорема Больцано-Вейерштрасса).
8. Критерий Коши для последовательностей.
9. Два определения предела функции и их равносильность.
10. Свойства пределов функций.
11. Односторонние и несобственные пределы.
12. Символы Ландау. Сравнение бесконечно малых функций.
13. Критерий Коши для функций.
14. Замечательные пределы.
15. Непрерывные функции.
16. Классификация разрывов.
17. Глобальные свойства непрерывных функций на отрезке.
18. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.
19. Производная функции, ее геометрический и физический смысл.
20. Дифференциал. Основные правила дифференцирования.
21. Производные и дифференциалы элементарных функций.
22. Производная сложной и обратной функции.
23. Производные и дифференциалы высших порядков.

24. Производные функций, заданных неявно и параметрически.
25. Локальные экстремумы функций одной переменной.
26. Дифференциальные теоремы о промежуточном значении.
27. Правило Лопиталю.
28. Формула Тейлора
29. Исследование функций.
30. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства.
31. Методы интегрирования по частям и замена переменной.
32. Основные методы интегрирования (вычисление первообразных).
33. Интегрирование рациональных функций.
34. Интегральные суммы и интеграл Римана. Верхние и нижние суммы Дарбу.
35. Свойства интеграла Римана (определенного интеграла).
36. Интеграл с переменным верхним (нижним) пределами и его свойства.
37. Формула Ньютона-Лейбница.
38. Формулы замены переменной и интегрирования по частям в определенном интеграле.
39. Геометрические приложения определенного интеграла.
40. Метрические пространства. Пространство \mathbb{R}^n .
41. Последовательности в пространстве \mathbb{R}^2 .
42. Предел функции многих переменных (n переменных).
43. Непрерывные функции n переменных и их свойства.
44. Частные производные и дифференцируемость функций n переменных.
45. Достаточное условие дифференцируемости.
46. Полный дифференциал и его связь с частными производными.
47. Частные производные и дифференциалы сложных функций.
48. Теорема о равенстве смешанных производных.
49. Производные и дифференциалы высших порядков.
50. Формула Тейлора для функций n переменных.
51. Локальный экстремум функций n переменных.
52. Неявные функции. Производные неявных функций.
53. Условный экстремум. Множители Лагранжа.
54. Понятие зависимости функций.
55. Мера на плоскости и в пространстве
56. Кратные интегралы и их свойства
57. Вычисление двойного интеграла по прямоугольнику.
58. Вычисление двойного интеграла по криволинейной трапеции.
59. Замена переменных в двойном и тройном интегралах.
60. Приложения кратных интегралов.
61. Несобственные интегралы и их свойства.
62. Признаки сходимости несобственных интегралов.
63. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Признак Дирихле.
64. Свойства собственных интегралов, зависящих от параметра (СИЗОП.)

- 65.Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра (НИЗОП.)
- 66.Замечательные интегралы (Дирихле, Фруллани)
- 67.Гамма-функция и бета-функция.
- 68.Признаки сходимости знакопостоянных рядов.
- 69.Интегральный признак сходимости знакопостоянного ряда.
- 70.Признак Лейбница и Дирихле сходимости числовых рядов.
- 71.Признаки равномерной сходимости функциональных рядов и последовательностей.
- 72.Непрерывность интегрируемость и дифференцируемость функциональной последовательности.
- 73.Степенные ряды. Формула для радиуса сходимости.
- 74.Семь основных разложений элементарных функций по формуле Маклорена.
- 75.Длина гладкой линии. Натуральный параметр. Кривизна и кручение линии.
- 76.Формулы Френе.
- 77.Первая квадратичная форма поверхности. Измерения на поверхности (длина, углы, площадь).
- 78.Вторая квадратичная форма поверхности. Кривизна на поверхности.
- 79.Криволинейные интегралы первого (КРИ-1) и второго рода (КРИ-2).
- 80.Формула Грина (связь двойного и криволинейного интегралов).
- 81.Поверхностный интеграл по площади (ПОВИ-1) и координатам (ПОВИ-2).
- 82.Формула Гаусса – Остроградского (связь потока и дивергенции).
- 83.Формула Стокса (связь работы и ротора).
- 84.Скалярное поле и его характеристики.
- 85.Векторное поле и его характеристики.
- 86.Оператор Гамильтона и его свойства.
- 87.Коэффициенты Ламе.
- 88.Дифференциал длины в криволинейных координатах.
- 89.Градиент, дивергенция и оператор Лапласа в криволинейных координатах.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Аналитическая геометрия и линейная алгебра	Высшей математики и математической физики	нет	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 10 от 26.05.2020)
Дифференциальные и интегральные уравнения	Высшей математики и математической физики	нет	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 10 от 26.05.2020)
Механика	Кафедра общей физики	нет	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 10 от 26.05.2020)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2021/2022 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
высшей математики и математической физики
(протокол № от 2020 г.)

Заведующая кафедрой высшей математики
и математической физики _____ Н.Г. Абрашина-Жадаева

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
к.ф.-м.н., доцент _____ М.С. Тиванов