

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

2020 г.



Регистрационный № УД-8365уч.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

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

1-31 04 02 Радиофизика

1-31 04 03 Физическая электроника

**1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные
и информационные системы и технологии**

**1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям)
направление специальности:**

**1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные технологии
телекоммуникационных систем);**

**1-98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям)
направление специальности:**

**1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность
(радиофизические методы и программно-технические средства)**

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСРБ 1-31 04 04-2018, ОСВО 1-31 03 07-2013, ОСВО 1-98 01 01-2013, ОСВО 1-31 04 03-2013, ОСВО 1-31 04 02-2013; учебных планов №G31-170/уч. и №G31и-186/уч., №P98-139/уч. и №P98и-140/уч., №G31-165/уч. и №G31и-188/уч., №G31-164/уч. и №G31и-189/уч., утвержденных 30.05.2013, № G31-223/уч. от 13.07.2018 и типовой учебной программы «Математический анализ» № ТД-G.542/тип от 18.11.2015г.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.А. Егоров – доцент кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

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

И.В. Рыбаченко – доцент кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Т.А. Чехменок – старший преподаватель кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.И. Василец – проректор по учебной работе БГПУ, кандидат физико-математических наук, доцент;

М.В. Дубатовская – доцент кафедры аналитической экономики и эконометрики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики и математической физики
(протокол № 10 от 26 мая 2020);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 17 июня 2020)

Заведующая кафедрой _____ Абрашина-Жадаева Н.Г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Математический анализ» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальностям: 1-31 04 02 Радиофизика; 1-31 04 03 Физическая электроника; 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии; 1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям), направление специальности 1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем); 1-98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям), направление специальности 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства).

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование систематизированных знаний и навыков по следующим разделам высшей математики: дифференциальное исчисление, интегралы, ряды, функции многих переменных, кратные интегралы, дифференциальная геометрия, скалярные и векторные поля, функции комплексной переменной.

Задачи учебной дисциплины:

1. обеспечение глубокой общематематической подготовки;
2. выработка навыков исследования и решения типовых задач математического анализа.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Математический анализ» специальностей 1-31 04 02 Радиофизика, 1-31 04 03 Физическая электроника, 1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям), направление специальности 1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем) относится к циклу общенаучных и общепрофессиональных дисциплин государственного компонента; специальности 1-98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям), направление специальности 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства) относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента, специальности 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии относится к модулю «Высшая математика» государственного компонента. Программа учитывает многолетний опыт преподавания математического анализа на физическом факультете и факультете радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета.

Связи с другими учебными дисциплинами. Для успешного

усвоения дисциплины необходимы знания по математике в объеме программы общего среднего образования, аналитической геометрии, линейной алгебре. Данная учебная программа по дисциплине «Математический анализ» согласована с учебными программами по дисциплинам: «Дифференциальные уравнения», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Математический анализ» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

для специальностей 1-31 04 02 Радиофизика, 1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем):

академические компетенции:

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

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

для специальностей 1-31 04 03 Физическая электроника, 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства):

академические компетенции:

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

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

для специальности 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии должно обеспечить формирование базовой профессиональной компетенции:

БПК – 1. Знать основы дифференциального и интегрального исчисления и их приложения, теорию рядов и теорию функций комплексного переменного; уметь исследовать функции методами математического анализа.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– основы дифференциального и интегрального исчисления и их приложения;

– теорию рядов и теорию функций комплексной переменной;

– методы исследования функций одной и нескольких переменных с использованием аппарата дифференциального исчисления;

– принципы построения и использования интегралов при

математическом моделировании прикладных задач;

- принципы построения и исследования несобственных интегралов;
- методы исследования числовых и функциональных рядов;
- принципы построения представления функций функциональными рядами;

уметь:

- дифференцировать и интегрировать функции;
- вычислять пределы;
- исследовать функции методами математического анализа.
- исследовать свойства функций методами дифференциального исчисления;
- находить первообразные, вычислять и использовать интегралы при исследовании математических моделей прикладных задач;
- исследовать сходимость последовательностей, рядов и несобственных интегралов;
- строить разложения функций в степенные ряды;
- дифференцировать и интегрировать функции комплексной переменной;
- применять методы математического анализа при построении и исследовании моделей прикладных задач;

владеть:

- навыками применения знаний в области математического анализа в профессиональной деятельности;
- аппаратом математического анализа;
- основными подходами к исследованию функциональных зависимостей;
- навыками построения и исследования математических моделей естественных процессов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1,2 и 3 семестрах дневной формы получения высшего образования на всех специальностях. Всего на изучение учебной дисциплины «Математический анализ» отведено для специальностей: 1-31 04 02 Радиофизика, 1-31 04 03 Физическая электроника:

– для очной формы получения высшего образования – 630 часов, в том числе 346 аудиторных часов, из них:

1 семестр – 136 аудиторных часов, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

2 семестр – 136 аудиторных часов, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

3 семестр - 74 аудиторных часов, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 34 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 16 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен в каждом семестре.

Для специальностей: 1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем), 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства) всего на изучение дисциплины отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 736 часов, в том числе 346 аудиторных часов, из них:

1 семестр – 136 аудиторных часа, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

2 семестр – 136 аудиторных часа, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

3 семестр - 74 аудиторных часа, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 34 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 20 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен в каждом семестре.

Для специальности 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии всего на изучение учебной дисциплины отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 600 часов, в том числе 346 аудиторных часов, из них:

1 семестр – 136 аудиторных часа, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

2 семестр – 136 аудиторных часа, из них: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

3 семестр - 74 аудиторных часа, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 34 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 15 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен в каждом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в анализ.

Тема 1.1. Элементы математической логики. Множества и операции над ними. Границы числовых множеств.

Тема 1.2. Метод математической индукции. Бином Ньютона.

Тема 1.3. Действительные числа. Комплексные числа и действия над ними.

Тема 1.4. Разложение многочленов на множители. Разложение правильных рациональных дробей на простейшие.

Раздел 2. Теория пределов.

Тема 2.1. Предел числовой последовательности. Свойства сходящихся последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности.

Тема 2.2. Монотонные последовательности. Вложенные отрезки. Число e как предел последовательности.

Тема 2.3. Подпоследовательности. Принцип выбора. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности.

Тема 2.4. Предел функции в точке по Коши. Критерий Гейне существования предела функции. Локальные свойства предела функции. Замечательные пределы.

Тема 2.5. Непрерывные функции. Точки разрыва. Непрерывность элементарных функций.

Тема 2.6. Сравнение функций. Основные асимптотические разложения.

Раздел 3. Основы дифференциального исчисления.

Тема 3.1. Производная функции, ее физический и геометрический смысл. Дифференцируемые функции. Дифференциал. Правила дифференцирования.

Тема 3.2. Формулы дифференцирования. Производные сложных, обратных, параметрических и неявных функций.

Тема 3.3. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.

Тема 3.4. Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Правило Лопиталья.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

Тема 4.1. Первообразная и неопределенный интеграл. Табличные интегралы.

Тема 4.2. Методы интегрирования по частям и замены переменной.

Тема 4.3. Интегрирование рациональных функций.

Тема 4.4. Метод рационализации.

Тема 4.5. Определенный интеграл. Условия существования. Основные свойства. Равномерная непрерывность функций. Теорема Кантора. Классы интегрируемых функций.

Тема 4.6. Формула Ньютона–Лейбница. Теоремы о среднем. Методы

вычисления определенного интеграла.

Тема 4.7. Физические и геометрические приложения определенного интеграла.

Раздел 5. Несобственные интегралы.

Тема 5.1. Несобственные интегралы первого и второго рода. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сравнения. Признак Дирихле.

Раздел 6. Формула Тейлора. Исследование функций.

Тема 6.1. Формула Тейлора. Различные виды остаточного члена. Разложения основных элементарных функций.

Тема 6.2. Исследование функций. Построение графиков функций.

Раздел 7. Функции многих переменных.

Тема 7.1. Метрические пространства. Основные определения. Предел функции по совокупности переменных. Непрерывные функции многих переменных.

Тема 7.2. Частные производные. Дифференциал. Достаточное условие дифференцируемости.

Тема 7.3. Производные и дифференциалы сложных функций. Теорема о равенстве смешанных производных. Дифференциалы высших порядков.

Тема 7.4. Формула Тейлора. Экстремум функций n переменных.

Тема 7.5. Неявные функции. Система неявных функций. Функциональная зависимость. Достаточные условия зависимости и независимости.

Тема 7.6. Замена переменных в дифференциальных выражениях.

Тема 7.7. Условный (относительный) экстремум. Функция Лагранжа. Необходимое условие относительного экстремума.

Раздел 8. Кратные и криволинейные интегралы.

Тема 8.1. Определение двойного интеграла. Критерий интегрируемости. Классы интегрируемых функций. Вычисление двойного интеграла по прямоугольнику. Двойной интеграл по криволинейной трапеции.

Тема 8.2. Криволинейные координаты. Элемент площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле.

Тема 8.3. Вычисление тройного интеграла. Формула замены переменных в тройном интеграле. Цилиндрические координаты. Сферические координаты.

Тема 8.4. Приложения кратных интегралов. Площадь и объём фигуры. Масса. Момент инерции. Центр масс.

Тема 8.5. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Формула Грина.

Тема 8.6. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.

Раздел 9. Числовые ряды.

Тема 9.1. Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши. Признаки сходимости числовых рядов с неотрицательными членами.

Тема 9.2. Абсолютная и условная сходимость рядов. Признаки сходимости произвольных рядов.

Раздел 10. Функциональные ряды.

Тема 10.1. Область сходимости функциональной последовательности и ряда. Равномерная сходимость функциональной последовательности и ряда. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость предельной функции.

Тема 10.2. Радиус сходимости степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость суммы степенного ряда. Ряд Тейлора для функции в точке. Ряды Тейлора основных элементарных функций.

Тема 10.3. Ряд Фурье по ортогональной системе функций. Полнота системы и равенство Парсеваля. Замкнутость и полнота тригонометрической системы. Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье.

Раздел 11. Интеграл с параметром.

Тема 11.1. Интегралы, зависящие от параметра. Свойства собственных и несобственных интегралов, зависящих от параметра.

Тема 11.2. Интеграл Дирихле. Гамма- и Бета- функции. Интегральная формула Фурье.

Раздел 12. Элементы дифференциальной геометрии.

Тема 12.1. Кривизна плоской кривой. Кривизна и кручение пространственной кривой. Сопровождающий трехгранник. Базис и формулы Френе.

Тема 12.2. Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль. Первая и вторая квадратичные формы. Односторонние и двусторонние поверхности.

Тема 12.3. Поверхностные интегралы первого рода. Поверхностные интегралы второго рода. Геометрические и физические приложения поверхностных интегралов.

Тема 12.4. Формула Стокса. Формула Остроградского–Гаусса.

Раздел 13. Теория поля.

Тема 13.1. Понятие и физические примеры скалярных и векторных полей. Производная по направлению. Градиент. Основные характеристики полей: дивергенция, ротор, циркуляция, поток. Потенциальные и соленоидальные векторные поля.

Тема 13.2. Оператор Гамильтона. Инвариантные определения характеристик векторных полей. Формулы Стокса и Остроградского–Гаусса в векторной форме.

Раздел 14. Теория функций комплексной переменной.

Тема 14.1. Комплексные числа. Сфера Римана. Последовательности и

ряды с комплексными членами. Предел, непрерывность, дифференцируемость функций комплексной переменной. Элементарные функции. Конформные отображения.

Тема 14.2. Интегральная теорема Коши. Интегральные формулы Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Основная теорема алгебры.

Тема 14.3. Ряды Тейлора. Нули аналитической функции. Ряды Лорана. Особые точки.

Тема 14.4. Определение и вычисление вычетов. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Формы контроля Знаний
		лекции	практические занятия	
	МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	176	170	
	1 семестр	68	68	
1.	Введение в анализ	6	12	
1.1.	Элементы математической логики. Множества и операции над ними. Границы числовых множеств.	2	2	Компьютерное тестирование
1.2.	Метод математической индукции. Бином Ньютона.		4	Компьютерное тестирование
1.3.	Действительные числа. Комплексные числа и действия над ними.	2	4	Компьютерное тестирование
1.4	Разложение многочленов на множители. Разложение правильных рациональных дробей на простейшие.	2	2	Компьютерное тестирование
2.	Теория пределов	20	14	
2.1.	Предел числовой последовательности. Свойства сходящихся последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности.	2	2	Компьютерное тестирование
2.2.	Монотонные последовательности. Вложенные отрезки. Число e как предел последовательности.	4	2	Компьютерное тестирование

2.3	Подпоследовательности. Принцип выбора. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности.	4		Компьютерное тестирование
2.4.	Предел функции в точке по Коши. Критерий Гейне существования предела функции. Локальные свойства предела функции. Замечательные пределы.	4	4	Компьютерное тестирование
2.5.	Непрерывные функции. Точки разрыва. Непрерывность элементарных функций.	2	2	Компьютерное тестирование
2.6.	Сравнение функций. Основные асимптотические разложения.	2	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделам 1 – 2.	2	2	Контрольная работа №1 Коллоквиум №1.
3.	Основы дифференциального исчисления	14	14	
3.1.	Производная функции, ее физический и геометрический смысл. Дифференцируемые функции. Дифференциал. Правила дифференцирования.	4	2	Компьютерное тестирование
3.2.	Формулы дифференцирования. Производные сложных, обратных, параметрических и неявных функций.	2	4	Компьютерное тестирование
3.3.	Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.	4	4	Компьютерное тестирование
3.4.	Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Правило Лопитала.	4	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 3.		2	Контрольная работа №2
4.	Интегральное исчисление функции одной переменной	18	18	
4.1.	Первообразная и неопределенный интеграл. Табличные интегралы.	2		Компьютерное тестирование

4.2.	Методы интегрирования по частям и замены переменной.	2	4	Индивидуальная работа.
4.3.	Интегрирование рациональных функций.	2	2	Компьютерное тестирование
4.4.	Метод рационализации.	4	4	Компьютерное тестирование
4.5.	Определенный интеграл. Условия существования. Основные свойства. Равномерная непрерывность функций. Теорема Кантора. Классы интегрируемых функций.	4		Компьютерное тестирование
4.6.	Формула Ньютона–Лейбница. Теоремы о среднем. Методы вычисления определенного интеграла.	2	2	Компьютерное тестирование
4.7.	Физические и геометрические приложения определенного интеграла.	2	4	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 4.		2	Контрольная работа №3
5.	Несобственные интегралы	4	4	
5.1	Несобственные интегралы первого и второго рода. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сравнения. Признак Дирихле.	4	4	Компьютерное тестирование
6.	Формула Тейлора. Исследование функций	6	6	
6.1	Формула Тейлора. Различные виды остаточного члена. Разложения основных элементарных функций.	2	4	Компьютерное тестирование
6.2	Исследование функций. Построение графиков функций.	2	2	Индивидуальная работа
	Текущий контроль по разделам 4-6.	2		Коллоквиум №2
	2 семестр	68	68	
7.	Функции многих переменных	20	22	

7.1.	Метрические пространства. Основные определения. Предел функции по совокупности переменных. Непрерывные функции многих переменных.	2	2	Компьютерное тестирование
7.2	Частные производные. Дифференциал. Достаточное условие дифференцируемости.	2	2	Компьютерное тестирование
7.3	Производные и дифференциалы сложных функций. Теорема о равенстве смешанных производных. Дифференциалы высших порядков.	4	4	Компьютерное тестирование
7.4	Формула Тейлора. Экстремум функций n переменных.	4	4	Компьютерное тестирование
7.5	Неявные функции. Система неявных функций. Функциональная зависимость. Достаточные условия зависимости и независимости.	4	4	Компьютерное тестирование
7.6	Замена переменных в дифференциальных выражениях.		2	Компьютерное тестирование
7.7	Условный (относительный) экстремум. Функция Лагранжа. Необходимое условие относительного экстремума.	2	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 7.	2	2	Коллоквиум №1 Контрольная работа №1
8.	Кратные и криволинейные интегралы	20	20	
8.1.	Определение двойного интеграла. Критерий интегрируемости. Классы интегрируемых функций. Вычисление двойного интеграла по прямоугольнику. Двойной интеграл по криволинейной трапеции.	4	2	Индивидуальное задание
8.2.	Криволинейные координаты. Элемент площади в криволинейных координатах. Замена переменных в двойном интеграле.	4	4	Компьютерное тестирование
8.3.	Вычисление тройного интеграла. Формула замены переменных в тройном интеграле. Цилиндрические координаты. Сферические координаты.	4	4	Компьютерное тестирование

8.4	Приложения кратных интегралов. Площадь и объём фигуры. Масса. Момент инерции. Центр масс.	2	2	Компьютерное тестирование
8.5	Криволинейные интегралы первого и второго рода. Формула Грина.	4	4	Компьютерное тестирование
8.6	Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.	2	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 8.		2	Контрольная работа №2
9.	Числовые ряды	6	6	
9.1.	Свойства сходящихся рядов. Критерий Коши. Признаки сходимости числовых рядов с неотрицательными членами.	4	4	Компьютерное тестирование
9.2	Абсолютная и условная сходимость рядов. Признаки сходимости произвольных рядов.	2	2	Компьютерное тестирование
10.	Функциональные ряды	12	12	
10.1	Область сходимости функциональной последовательности и ряда. Равномерная сходимость функциональной последовательности и ряда. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость предельной функции.	4	4	Компьютерное тестирование
10.2	Радиус сходимости степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость суммы степенного ряда. Ряд Тейлора для функции в точке. Ряды Тейлора основных элементарных функций.	4	4	Компьютерное тестирование
10.3	Ряд Фурье по ортогональной системе функций. Полнота системы и равенство Парсеваля. Замкнутость и полнота тригонометрической системы. Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье.	4	4	Компьютерное тестирование
11.	Интеграл с параметром	10	8	
11.1	Интегралы, зависящие от параметра. Свойства собственных и несобственных интегралов, зависящих от параметра.	4	4	Компьютерное тестирование

11.2	Интеграл Дирихле. Гамма- и Бета- функции. Интегральная формула Фурье.	4	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделам 9-11.	2	2	Коллоквиум №2 Контрольная работа №3
	3 семестр	40	34	
12.	Элементы дифференциальной геометрии	12	10	
12.1	Кривизна плоской кривой. Кривизна и кручение пространственной кривой. Сопровождающий трехгранник. Базис и формулы Френе.	2	2	Компьютерное тестирование
12.2	Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль. Первая и вторая квадратичные формы. Односторонние и двусторонние поверхности.	2	2	Компьютерное тестирование
12.3	Поверхностные интегралы первого рода. Поверхностные интегралы второго рода. Геометрические и физические приложения поверхностных интегралов.	2	2	Компьютерное тестирование
12.4	Формула Стокса. Формула Остроградского–Гаусса.	4	2	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 12.	2	2	Коллоквиум №1 Контрольная работа №1
13.	Теория поля	10	6	
13.1	Понятие и физические примеры скалярных и векторных полей. Производная по направлению. Градиент. Основные характеристики полей: дивергенция, ротор, циркуляция, поток. Потенциальные и соленоидальные векторные поля.	6	4	Компьютерное тестирование
13.2	Оператор Гамильтона. Инвариантные определения характеристик векторных полей. Формулы Стокса и Остроградского–Гаусса в векторной форме.	4	2	Компьютерное тестирование

14.	Теория функций комплексной переменной	18	18	
14.1	Комплексные числа. Сфера Римана. Последовательности и ряды с комплексными членами. Предел, непрерывность, дифференцируемость функций комплексной переменной. Элементарные функции. Конформные отображения.	6	4	Компьютерное тестирование
14.2	Интегральная теорема Коши. Интегральные формулы Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Основная теорема алгебры.	4	4	Компьютерное тестирование
14.3	Ряды Тейлора. Нули аналитической функции. Ряды Лорана. Особые точки.	4	4	Компьютерное тестирование
14.4	Определение и вычисление вычетов. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов.	4	4	Компьютерное тестирование
	Текущий контроль по разделу 14.		2	Контрольная работа №2

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. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. Т.1/Г.М. Фихтенгольц — СПб.:Лань, 2008. — 448 с.
4. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. Т.2/Г.М. Фихтенгольц — СПб.:Лань, 2005. — 464 с.
5. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1 / Л.Д. Кудрявцев — М.: Физматлит, 2015.— 444 с.
6. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.2 / Л.Д. Кудрявцев — М.: Физматлит, 2005.— 424 с.
7. Тер-Крикоров А.М. Курс математического анализа. / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 672 с.
8. Русак В. Курс вышэйшай матэматыкі. Алгебра і геаметрыя, аналіз функцый адной зменнай. / В. Русак, Л. Шлома, В. Ахраменка, А. Крачкоўскі — Мн., Вышэйшая школа, 1994.— 431 с.
9. Русак В. Курс вышэйшай матэматыкі. Функцыі некалькіх зменных, інтэгральнае злічэнне, шэрагі. / В. Русак, Л. Шлома, В. Ахраменка, А. Крачкоўскі — Мн., Вышэйшая школа, 1997. — 505 с.
10. Чупригин О.А. Математический анализ. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. / О.А. Чупригин — Мн.: БГУ, 2010. — 270 с.
11. Чупригин О.А. Математический анализ. Теория в тестах. / О.А. Чупригин — Мн.: БГУ, 2019. — 184 с.
12. Архипов Г. И. Лекции по математическому анализу. / Г. И. Архипов, В. А. Садовничий, В. Н. Чубариков — М., Высшая школа, 1999.— 695 с.
13. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. / Б.П. Демидович — М.:Лань, 2020.— 624 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. Высшая математика. Сборник задач: учеб. пособие. В 3 ч. Ч 3. Дифференциальные уравнения. Аналитические функции. Элементы функционального анализа / М.А. Глецевич [и др.]; под ред. Н.Г. Абрашиной-Жадаевой, В.Н. Русака. – Мн.: БГУ, 2015. – 391 с.
21. Абрашина-Жадаева Н.Г., Тимощенко И.А. Основы векторного и тензорного анализа. Теория. Задачи – Мн., БГУ. 2011. – 255 с.
22. Сидоров, Ю.В. Лекции по теории функций комплексного переменного. / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин — М., Наука, 1989.— 480с.
23. Маркушевич, А.И. Краткий курс теории аналитических функций. / А.И. Маркушевич — М., Наука, 1978. – 528 с.
24. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости – М., Наука, 1981. – 305 с.
25. Краснов, М.Л. Векторный анализ / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко — М.: Наука, 1978. — 160 с.
26. 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. Зорич В.А. Математический анализ: в 2 т. / В. А. Зорич – М., Наука, 1981.
2. Никольский С.М. Курс математического анализа: в 2 т. / С. М. Никольский – М., Наука, 1990
3. Стройк Д.Я. Краткий очерк истории математики. / Д. Я. Стройк – М., Наука, 1978.– 336 с.
4. Гурвиц, А. Теория функций. / А. Гурвиц, Р. Курант – М., Наука, 1968. – 648 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики компетенций и текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине «Математический анализ» рекомендуется использовать компьютерное тестирование по разделам дисциплины, контрольные работы, коллоквиумы, индивидуальные работы. 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 80 мин.

Коллоквиумы могут проводиться письменно или в виде теста на образовательном портале физического факультета (eduphys.bsu.by).

Отчет по индивидуальным работам загружается студентом в соответствующий курс на образовательном портале физического факультета (eduphys.bsu.by) или выполняется письменно и сдается преподавателю на проверку.

Оценка всех форм текущего контроля проводится по десятибалльной шкале.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Математический анализ» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен в каждом семестре для всех специальностей за исключением специальности 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии. Для специальности 1-31 04 04 Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии предусмотрен экзамен в каждом семестре.

К экзамену допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

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.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее арифметическое оценок за каждое из письменных контрольных работ и коллоквиумов, либо по формуле (на усмотрение преподавателя):

$$\text{текущая} = 0,4 \cdot \frac{\sum_{i=1}^m \text{контр}_i}{m} + 0,3 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \text{коллокв}_i}{n} + 0,2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^k \text{тест}_i}{k} + \\ + 0,1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^l \text{инд}_i}{l},$$

где текущая – это оценка текущей успеваемости, контр_і – оценки по десятибалльной шкале за контрольные работы (*m* – количество контрольных работ), коллокв_і – оценки по десятибалльной шкале за коллоквиумы (*n* – количество коллоквиумов); тест_і – оценки по десятибалльной шкале за тесты (*k* – количество тестов); инд_і – оценки по десятибалльной шкале за индивидуальные работы (*l* – количество индивидуальных работ).

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуются весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,4; для экзаменационной оценки — 0,6.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине предполагает проработку основной и дополнительной литературы, самостоятельный поиск сведений, расширение конспекта лекций по результатам данной проработки. 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 заданий для самостоятельной работы студентов

В качестве самостоятельной работы студентов планируется решение задач, выполнение упражнений. Форма контроля: контрольные работы, коллоквиумы, компьютерное тестирование, отчет по индивидуальным работам.

Примерный перечень тем контрольных работ

1. Теория пределов
2. Основы дифференциального исчисления
3. Неопределенный и определенный интеграл.
4. Функции многих переменных.

5. Кратные и криволинейные интегралы.
6. Функциональные ряды. Ряды Фурье.
7. Поверхностные интегралы и их приложения. Скалярные и векторные поля. Основные характеристики полей.
8. Конформные отображения. Ряды Лорана. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов.

Примерный перечень тем коллоквиумов

1. Теория пределов
2. Основы дифференциального исчисления
3. Неопределенный и определенный интегралы.
4. Функции многих переменных.
5. Кратные и криволинейные интегралы.
6. Функциональные ряды. Ряды Фурье.
7. Элементы дифференциальной геометрии. Поверхностные интегралы. Теория поля.

Примерный перечень тем компьютерного тестирования

1. Теория пределов.
2. Основы дифференциального исчисления.
3. Интегральное исчисление функции одной переменной.
4. Функции многих переменных.
5. Числовые и функциональные ряды.
6. Кратные и криволинейные интегралы.
7. Интеграл с параметром.

Примерный перечень тем для индивидуальных работ

1. Метод рационализации.
2. Исследование функций и построение графиков.
3. Двойные интегралы.

Примерная тематика практических занятий

1. Введение.
2. Теория пределов.
3. Основы дифференциального исчисления.
4. Неопределенный интеграл.
5. Определенный интеграл и его приложения.
6. Несобственные интегралы.
7. Функции многих переменных.
8. Кратные интегралы.
9. Криволинейные интегралы.

10. Интегралы, зависящие от параметра.
11. Теория рядов.
12. Элементы дифференциальной геометрии.
13. Поверхностные интегралы.
14. Теория поля.
15. Функции комплексной переменной.

Примерный перечень тем самостоятельной работы студентов

1. Исследование функций. Построение графиков.
2. Замена переменных в дифференциальных выражениях.
3. Признаки Дирихле и Абеля сходимости числовых рядов. Теорема Римана о перестановке членов условно сходящихся рядов.
4. Эллиптические интегралы.
5. Условный экстремум.
6. Несобственные кратные интегралы.
7. Дифференциальные формы.
8. Оператор Гамильтона.
9. Аналитические функции.

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 в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1 семестр

1. Точные границы множества. Теорема о границах.
2. Комплексные числа.
3. Алгебра многочленов.
4. Предел числовой последовательности и его свойства.
5. Число e как предел последовательности.

6. Лемма о вложенных отрезках.
7. Принцип выбора (теорема Больцано – Вейерштрасса).
8. Предел функций и его свойства.
9. Непрерывность функции. Классификация точек разрыва.
10. Монотонные функции. Точки разрыва монотонной функции.
11. Использование непрерывности при вычислении пределов.
12. Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших функций.
13. Первая и вторая теоремы Больцано-Коши о промежуточных значениях непрерывной функции.
14. Теоремы Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции.
15. Производная функции. Геометрический и физический смысл производной. Непрерывность дифференцируемой функции.
16. Производная обратной функции. Производная сложной функции. Логарифмическая производная. Производные функций, заданных неявно и параметрически.
17. Дифференциал. Критерий дифференцируемости функции. Инвариантность формы первого дифференциала.
18. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Нарушение инвариантности формы у дифференциалов высших порядков.
19. Теорема Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши о средних значениях.
20. Раскрытие неопределенностей. Правило Лопиталья.
21. Неопределенный интеграл. Метод интегрирования по частям. Методы рационализации.
22. Определение и условия существования определенного интеграла (необходимое условие, критерий, свойства).
23. Достаточные условия равномерной непрерывности. Теорема Кантора. Классы интегрируемых функций.
24. Теоремы о среднем для определенного интеграла. Свойства определенного интеграла с переменным верхним пределом. Основная теорема интегрального исчисления.
25. Замена переменной в определенном интеграле.
26. Вычисление площади криволинейной трапеции и криволинейного сектора. Вычисление длины кривой (3 способа задания кривой).
27. Вывод формулы Тейлора. Различные формы остаточного члена. Теорема о единственности многочлена Тейлора. Формулы Маклорена основных элементарных функций. Применение формулы Тейлора.
28. Условия монотонности. Экстремум функции. Необходимые условия экстремума. Первое и второе достаточные условия экстремума.
29. Условия выпуклости функции. Точки перегиба графика функции. Первое и второе достаточные условия точек перегиба. Асимптоты графика функции.

30. Свойства несобственных интегралов 1-го и 2-го рода (НИ 1 и НИ 2). Признаки абсолютной сходимости НИ. Условная сходимость НИ. Признак Дирихле.

2 семестр

1. Метрические пространства.
2. Предел функций многих переменных (ФМП). Достаточные условия равенства повторных пределов. Непрерывные ФМП и их свойства.
3. Частные производные. Дифференцируемость ФМП. Дифференциал. Необходимое условие дифференцируемости. Достаточное условие. Дифференцирование сложной функции.
4. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.
5. Формула Тейлора для ФМП.
6. Экстремум ФМП. Необходимые условия. Достаточные условия.
7. Неявные функции. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции. Вычисление частных производных. Определение неявных функций из системы уравнений.
8. Условный экстремум. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
9. Понятие зависимости функций. Достаточное условие независимости функций.
10. Условия существования двойного интеграла. Основные свойства. Вычисление двойного интеграла по прямоугольнику и криволинейной трапеции. Замена переменных в двойном интеграле. Приложения двойного интеграла.
11. Тройной интеграл и его свойства. Замена переменных в тройном интеграле. Переход к цилиндрическим и сферическим координатам. Приложения тройных интегралов.
12. Криволинейные интегралы 1 рода (КРИ-1) и их вычисление.
13. Криволинейные интегралы 2 рода (КРИ-2) и их вычисление.
14. Формула Грина. Условия независимости КРИ-2 от пути интегрирования (теорема).
15. Область сходимости функциональных последовательностей (ФП) и функциональных рядов (ФР). Равномерная сходимость ФП и ФР (РСФП и РСФР). Свойства РСФР. Непрерывность суммы, почленное интегрирование и почленное дифференцирование.
16. Степенные ряды. Лемма Абеля. Определение радиуса сходимости. Свойства степенных рядов. Ряд Тейлора. Достаточные условия разложения функции в степенной ряд. Ряды Тейлора основных элементарных функций.
17. Ортогональность основной тригонометрической системы.
18. Коэффициенты Фурье и ряд Фурье. Основная теорема о сходимости ряда Фурье. Теорема о сходимости ряда Фурье периодической функции. Разложение функций в ряд Фурье.

19. Экстремальное свойство частных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Теорема о равномерной сходимости тригонометрического ряда Фурье.
20. Замкнутость и полнота ортогональной системы функций. Равенство Парсеваля.
21. Свойства несобственных интегралов первого и второго рода (НИ 1, НИ 2). Абсолютная и условная сходимость НИ.
22. Понятие о кратных несобственных интегралах. Интеграл Пуассона.
23. Собственные интегралы, зависящие от параметра (ИЗОП). Непрерывность. Интегрирование и дифференцирование по параметру.
24. Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра (НИЗОП). Признак Вейерштрасса. Непрерывность НИЗОП. Интегрирование и дифференцирование по параметру НИЗОП. Вычисление интеграла Дирихле.
25. Интегралы Эйлера первого и второго рода. Основные свойства.
26. Интеграл Фурье.

3 семестр

1. Векторная функция скалярного аргумента. Годограф векторной функции. Предел векторной функции скалярного аргумента.
2. Непрерывность векторной функции скалярного аргумента. Дифференцируемость векторной функции скалярного аргумента. Формула Тейлора. Интеграл от векторной функции скалярного аргумента. Свойства интеграла от векторной функции.
3. Интеграл от векторной функции скалярного аргумента. Свойства интеграла от векторной функции.
4. Кривые в пространстве, параметризация кривых. Гладкие и кусочно-гладкие кривые в пространстве. Натуральная параметризация кривых.
5. Сопровождающий трехгранник кривых. Формулы Френе. Кривизна и кручение кривых.
6. Способы задания поверхности в пространстве. Гладкие поверхности. Координатная сетка. Координатные векторы. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности. Направляющие косинусы вектора нормали к поверхности в случаях общей параметризации и явно заданной поверхности.
7. Первая квадратичная форма поверхности. Длина дуги на поверхности. Угол между двумя пересекающимися кривыми на поверхности. Площадь поверхности в случаях общей параметризации и явно заданной поверхности.
8. Поверхностные интегралы первого и второго рода. Формула Стокса. Формула Остроградского-Гаусса. Поверхностно односвязная область. Теорема об условиях независимости пространственного криволинейного интеграла от пути интегрирования.

9. Скалярное поле. Поверхности уровня скалярного поля. Производная по направлению. Градиент скалярного поля.
10. Векторное поле. Векторные линии. Поток векторного поля. Инвариантное определение дивергенции векторного поля. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля.
11. Потенциальное векторное поле. Свойства потенциального поля. Соленоидальное векторное поле. Свойства соленоидального поля.
12. Оператор Гамильтона. Правила использования оператора Гамильтона. Формулы дифференциальных операций первого порядка. Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа.
13. Ортогональные криволинейные координаты. Параметры Ламе. Градиент в криволинейных координатах. Дивергенция в криволинейных координатах. Ротор в криволинейных координатах. Оператор Лапласа в криволинейных координатах.
14. Комплексные числа и действия над ними.
15. Последовательности комплексных чисел.
16. Бесконечно удаленная точка. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана.
17. Основные элементарные функции комплексной переменной. Дифференцируемые функции комплексной переменной. Критерий дифференцируемости функций.
18. Аналитические функции. Сопряженные гармонические функции. Геометрический смысл производной функции комплексной переменной.
19. Конформные отображения. Теорема Римана. Конформные отображения аналитическими функциями.
20. Интеграл от функции комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Следствия из теоремы.
21. Теорема об аналитичности интеграла с переменным верхним пределом. Следствия из теоремы.
22. Интегральная формула Коши. Формула среднего значения. Теорема о существовании производных любого порядка аналитической функции.
23. Ряды комплексных чисел. Степенные ряды. Теорема Абеля. Следствия из теоремы. Радиус и круг сходимости степенного ряда.
24. Теорема Тейлора. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора.
25. Ряд Лорана. Теорема Лорана.
26. Нули аналитической функции. Изолированные особые точки.
27. Теория вычетов функций комплексной переменной. Применение вычетов к вычислению определенных интегралов

Методические рекомендации по организации обучения в случае необходимости преимущественного применения электронных средств обучения (ЭСО).

В случае необходимости проведения занятий с преимущественным применением средств ЭСО занятия следует проводить на образовательном портале физического факультета (www.eduphys.bsu.by). Для обеспечения учебного процесса преподаватель может использовать все технические средства, предоставляемые образовательным порталом физического факультета. В случае технической неисправности образовательного портала преподаватель вправе использовать иные ресурсы по своему усмотрению.

Контрольные мероприятия проводятся на образовательном портале согласно учебно-методической карте. В случае необходимости письменные контрольные работы разрешается заменить компьютерным тестированием, эссе, индивидуальным заданием или иной доступной на образовательном портале формой контроля знаний. Преподаватель вправе не проводить контроль знаний после каждого занятия.

Проведение экзамена в устной форме

1. Всем студентам дается примерно одинаковое время на подготовку и ответ. Расписание ответов согласуется со студентами до начала экзамена
2. Студент получает доступ к своему заданию в назначенное время. Ответ оформляется студентом в письменном виде, затем сканируется.
3. После окончания времени подготовки студент подключается к соответствующему вебинару (bigbluebutton или иному) на образовательном портале физического факультета, включает микрофон и вебкамеру (или иными способами идентифицирует свою личность).
4. Преподаватель предоставляет студенту возможность продемонстрировать свой экран с подготовленным ответом на экзаменационный билет и проводит опрос.
5. Преподаватель сообщает студенту оценку текущего контроля, экзаменационную и рейтинговую оценку. Студент устно подтверждает, что ознакомлен с итоговой оценкой.
6. Аудио- и видеозапись вебинара ведется в случае наличия технических возможностей.

Проведение экзамена в форме компьютерного теста.

1. Все студенты начинают проходить тест в одно и то же время. Время начала теста, длительность теста и количество вопросов в тесте

сообщается студентам заранее (не позднее, чем на консультации). По истечении времени открытые попытки отправляются автоматически.

2. Тест закрывается в установленный срок, определяемый преподавателем и сообщаемый студентам заранее (не позднее, чем на консультации). Длительность теста не может превышать времени от начала теста до его закрытия, но может с ним совпадать.
3. Студент может видеть результаты своей попытки (а именно: является ли его ответ на каждый вопрос правильным, баллы за ответ, правильный ответ на каждый вопрос, итоговый отзыв к тесту) только после закрытия теста.
4. Экзаменационная оценка (оценка текущей аттестации) выставляется на основании шкалы перевода процента верных ответов в десятибалльную оценку:

Процент верных ответов	0-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-100
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Решением кафедры данную шкалу можно изменить. Студенты должны быть ознакомлены со шкалой заранее (не позднее, чем на консультации).
6. После закрытия теста на протяжении 45 минут (срок апелляции) студент имеет право обратиться в письменной форме на образовательном портале в соответствующем форуме данного курса к преподавателю за пояснениями о том, почему его ответ на тот или иной вопрос был неверен. В течение 90 минут с момента появления вопроса студент должен получить письменные разъяснения со стороны преподавателя.
7. После ответа на последний вопрос (или по истечении срока апелляции, если вопросов не было), преподавателем уже в течение 45 минут должна быть выставлена на образовательном портале фотография (скан) заполненной экзаменационной ведомости с итоговыми оценками по дисциплине.
8. На протяжении двух часов после выставления экзаменационной ведомости по дисциплине каждый студент должен в письменной форме на образовательном портале подтвердить, что он ознакомлен с итоговой оценкой по курсу.
9. По усмотрению преподавателя, если шкала перевода процента верных ответов на тест имеет верхнее ограничение ниже 10 баллов, то студент имеет право на ответ в устной или устно-письменной форме для получения наивысшей оценки текущей аттестации. В таком случае, после закрытия теста студент выходит на связь с преподавателем любым заранее (не позднее, чем на консультации) оговоренным образом. Время апелляции начинает отсчитываться от окончания видеосвязи с последним студентом, и далее вступают в силу п.п. 6-8.

10. Если по каким-то причинам студент не имеет технической возможности пройти тест on-line в установленное время, он обязан сообщить об этом не позднее, чем на консультации, для того, чтобы факультет предоставил ему такую возможность.
11. В случае возникновения во время теста обстоятельств непреодолимой силы, не позволяющих студенту пройти тест, он незамедлительно должен сообщить об этом преподавателю любым способом.

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)

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