Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям
_______________ О.И.Чуприс
«29» июня 2018 г.
Регистрационный № УД-5281/уч.

Математический анализ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей
первой ступени высшего образования:
1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)
1-31 03 05 Актуарная математика
1-31 03 06-01 Экономическая кибернетика (по направлениям)
1-98 01 01-01 Компьютерная безопасность (по направлениям)

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013, ОСВО 1-31 03 05-2013, ОСВО 1-31 03 06-2013, ОСВО 1-98 01 01-2013 и учебных планов УВО G31-173/уч., G31и-190/уч., G31-168/уч., G31и-193/уч., G31-166/уч., G31и-191/уч., P98-138/уч., P98и-141/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

С.А.Мазаник, заведующий кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор,

О.А. Кастрица, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 18 апреля 2018 г.);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 4 мая 2018 г.).

Пояснительная записка

Учебная программа по учебной дисциплине «Математический анализ», относящейся к компоненту учреждений высшего образования цикла специальных дисциплин, разработана в соответствии с учебными планами и образовательными стандартами первой ступени высшего образования по специальностям 1- 31 03 03 Прикладная математика (по направлениям), 1- 31 03 05 Актуарная математика; 1- 31 03 06 - 01 Экономическая кибернетика (по направлениям), 1- 98 01 01- 01 Компьютерная безопасность (по направлениям).

Учебная дисциплина «Математический анализ» знакомит студентов со способами исследования функциональных зависимостей между переменными величинами. Изучаемые методы базируются на использовании предельного перехода, дифференциального и интегрального исчисления.

Основой для изучения математического анализа являются математические дисциплины, изучаемые в средней школе.

«Математический анализ» непосредственно связан с учебной дисциплиной «Геометрия и алгебра», предметами аналитического цикла, предусмотренными учебным планом специальности. Методы, излагаемые в учебной дисциплине «Математический анализ», связаны с учебными дисциплинами «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные методы алгебры», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Методы численного анализа», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики», а также при изучении ряда дисциплин специализации.

Основные цели изучения дисциплины «Математический анализ»:

– формирование и развитие практико-ориентированной компетентности, позволяющей использовать полученные знания для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;

– формирование логического мышления, позволяющего грамотно анализировать получаемую информацию и делать соответствующие выводы для достижения желаемых результатов;

– овладение методами и средствами приобретения новых знаний, используя современные информационные технологии;

– формирование навыков исследовательской и активной профессиональной деятельности, постановки задач, выработки и принятия решений.

Основные задачи, решаемые при изучении учебной дисциплины «Математический анализ»:

− дать студентам базу, необходимую для усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин;

− сформировать составную часть банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

– основные понятия математического анализа;

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

– принципы построения и использования интеграла при решении задач математики и прикладных задач;

– связи между кратными, криволинейными и поверхностными интегралами;

– принципы построения и исследования несобственных интегралов и интегралов, зависящих от параметров;

– методы исследования сходимости числовых и функциональных рядов и исследования свойств сумм рядов;

– принципы построения ряда Фурье и свойства суммы ряда Фурье;

– основные положения теории функций комплексной переменной;

уметь:

– дифференцировать функции одной и нескольких переменных;

– исследовать свойства функций методами дифференциального исчисления;

– находить первообразные, вычислять кратные, криволинейные, поверхностные интегралы;

– исследовать сходимость несобственных интегралов;

– исследовать сходимость рядов;

– строить разложения функций в степенные ряды и ряды Фурье;

– дифференцировать и интегрировать функции комплексной переменной;

– строить разложения функций в ряд Лорана;

– использовать теорию вычетов для вычисления интегралов;

***владеть*:**

– основным аппаратом математического анализа;

– навыками исследования функциональных зависимостей методами математического анализа;

– навыками построения математических моделей естественных процессов.

– способами использования аппарата дифференциального и интегрального исчисления при проведении математических исследований.

Освоение учебной программы должно обеспечить формирование следующих групп компетенций:

академических компетенций – углубленных научно-теоретических, методологических знаний и исследовательских умений, обеспечивающих раз

работку научно-исследовательской, инновационной деятельности, непрерывного самообразования, в соответствии с которыми специалист должен:

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

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

социально-личностных компетенций − личностных качеств и умений следовать социально-культурным и нравственным ценностям; способностей к социальному, межкультурному взаимодействию, критическому мышлению; социальной ответственности, позволяющей решать социально-профессиональные, организационно- управленческие, воспитательные задачи в соответствии с которыми специалист должен:

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.

профессиональных компетенций, в соответствии с которыми специалист должен:

ПК-3. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-4. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-6. Готовить доклады, материалы к презентациям и представительствовать на них.

ПК-7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-8. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

ПК-13. Владеть современными информационными технологиями.

ПК-14. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

Учебная программа рассчитана на 942 часа, из них 476 аудиторных часов, в том числе 238 лекционных часов, 210 часов практических занятий и 28 часов управляемой самостоятельной работы. Дисциплина изучается в 1 – 4 семестрах.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – экзамены, зачеты.

Содержание учебного материала

Раздел I. Функции одной действительной переменной

1. Введение

Предмет математического анализа. Историческое развитие математического анализа, его место среди других математических наук и в естествознании.

2. Числа, числовые множества. числовые последовательности

Натуральные, рациональные, действительные числа. Критерий различия действительных чисел. Числовые множества. Отображения. Композиция отображений. Сюръекция, инъекция, биекция. Обратное отображение. Сужение функции. Счетные и несчетные множества. Счетность множества всех рациональных чисел. Несчетность множества всех действительных чисел.

Перестановки и сочетания. Формула Ньютона.

Границы числовых множеств. Теорема о гранях.

3. Числовые последовательности

Числовая последовательность. Арифметические операции с последовательностями. Ограниченные последовательности. Бесконечно малые последовательности, их свойства. Бесконечно большие последовательности. Шкала бесконечно больших последовательностей. Сходящиеся последовательности, их свойства. Монотонные последовательности. Сходимость монотонных последовательностей. Число "e". Принцип выбора Больцано-Вейерштрасса. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости числовой последовательности. Принцип вложенных отрезков. Верхний и нижний пределы последовательности.

4. Предел функции

Функция одной переменной. Предел функции в точке. Критерий Гейне существования предела функции. Единственность предела. Пределы арифметических комбинаций функций. Свойства пределов, выражаемые неравенствами. Лемма о сжатой функции. Критерий Коши существования конечного предела функции. Односторонние пределы. Бесконечные пределы и пределы на бесконечности. Монотонные функции. Существование односторонних пределов у монотонной функции.

5. Непрерывность

Непрерывность функции в точке. Односторонняя непрерывность. Классификация точек разрыва. Непрерывность арифметической комбинации функций.

Непрерывность монотонной функции. Непрерывность обратной функции и композиции функций. Непрерывность элементарных функций. Замечательные пределы. Сравнение функций. O-символика. Локальные свойства непрерывных функций: локальная ограниченность, локальное сохранение знака. Функции, непрерывные на множестве. Теорема Больцано-Коши о промежуточных значениях.

Теорема Вейерштрасса о достижении непрерывной на отрезке функцией своих экстремальных значений. Теорема о непрерывном образе отрезка. Равномерная непрерывность функций. Теорема Кантора. Колебание функции на множестве.

6. Дифференцируемость

Дифференцируемость функции в точке. Производная. Геометрический, механический, экономический смысл производной. Непрерывность дифференцируемой функции. Правила дифференцирования. Производная обратной функции. Производная композиции функций. Производные основных элементарных функций. Дифференциал функции. Инвариантность формы первого дифференциала.

Использование производной и дифференциала в приближенных вычислениях.

Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Дифференцирование функций, заданных неявно и параметрически.

Формула Тейлора. Различные формы представления остаточного члена. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Ряд Тейлора. Формулы Эйлера.

7. Исследование функций

Стационарные точки функции. Теоремы Ферма, Ролля. Формула конечных приращений (теорема Лагранжа). Теорема Коши. Правила Лопиталя раскрытия неопределенностей.

Монотонные дифференцируемые функции. Критерий постоянства. Критерии монотонности и строгой монотонности.

Локальные экстремумы. Необходимое условие локального экстремума дифференцируемой функции. Исследование стационарных точек. Экстремумы в точках недифференцируемости. Глобальный экстремум.

Выпуклость функций. Условия выпуклости в терминах первой и второй производной. Точки перегиба.

Асимптоты. Построение эскиза графика функций.

Понятие об итерационных алгоритмах приближенного вычисления корней уравнений.

8. Неопределенный интеграл

Первообразная. Неопределенный интеграл. Первообразные основных элементарных функций. Замена переменных в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Неберущиеся интегралы. Существование элементарных первообразных у рациональных функций. Методы рационализации дробно-линейных, квадратичных и биномиальных иррациональностей. Интегрирование тригонометрических функций.

9. Определенный интеграл

Интегральные суммы. Интегрируемые функции. Определенный интеграл Римана. Ограниченность интегрируемой функции. Критерий Коши интегрируемости функции. Интегрируемость непрерывной функции. Интегральное колебание. Необходимые условия Дарбу, достаточные условия Дарбу интегрируемости в смысле Римана. Классы интегрируемых функций. Аддитивность и монотонность определенного интеграла. Основные оценки для интеграла. Теоремы о среднем. Интеграл с переменным верхним пределом, его непрерывность. Теорема Барроу. Формула Ньютона-Лейбница. Основные приемы вычисления определенного интеграла: замена переменных, интегрирование по частям.

Понятие о других способах построения интеграла.

10. Приложения определенного интеграла

Длина дуги. Дифференциал дуги. Квадрируемые фигуры. Вычисление площади фигуры. Кубируемые тела. Вычисление объема тела с помощью сечений. Приложения интегралов в механике, физике, экономике и др.

Понятие о численном интегрировании. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.

Раздел II. Функции нескольких действительных переменных

11. Функции n переменных

Пространство $\mathbf{R}^n$. Метрика, шары, открытые множества. Окрестность точки. Предельная точка множества. Замкнутые множества. Граница множества. Компактные и связные множества.

Сходящиеся последовательности в $\mathbf{R}^n$. Основной критерий сходимости. Принцип выбора. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности в $\mathbf{R}^n$.

Функции нескольких переменных. Предел. Повторные пределы. Непрерывность. Непрерывность по одной из переменных. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность на множестве. Теорема о непрерывном образе компакта. Равномерная непрерывность.

12. Дифференцируемые функции нескольких переменных

Дифференцируемость функции в точке. Частные производные. Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал. Дифференцирование композиции функций. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная по направлению. Градиент.

Производные и дифференциалы высших порядков. Условия равенства смешанных производных. Оператор дифференцирования. Формула Тейлора.

13. Неявно заданные функции

Теорема о неявной функции. Векторные функции n переменных. Непрерывность. Дифференцируемость. Производное отображение. Матрица Якоби. Дифференциал. Дифференцирование композиции. Теорема о неявной векторной функции. Зависимость функций.

14. Экстремум функций нескольких переменных

Экстремум функции нескольких переменных. Необходимые условия локального экстремума дифференцируемой функции. Исследование стационарных точек. Условный экстремум. Функция Лагранжа. Глобальный экстремум.

15. Кратные интегралы

Интеграл Римана функции двух и трех переменных. Критерии Коши и Дарбу интегрируемости. Основные свойства интеграла. Классы интегрируемых функций. Замена переменных в кратных интегралах. Использование полярных, цилиндрических и сферических координат при вычислении интегралов.

Использование кратных интегралов при решении геометрических, физических и других прикладных задач.

16. Кривые и поверхности

Кривые на плоскости и в пространстве. Огибающая семейства плоских кривых. Векторное задание кривой. Трехгранник Френе. Кривизна и кручение.

Поверхности. Векторное задание поверхности. Касательная плоскость и нормаль. Первая квадратичная форма поверхности. Односторонние и двухсторонние поверхности. Понятие многообразия.

17. Криволинейные и поверхностные интегралы

Криволинейные интегралы первого и второго рода, связь между ними. Сведение криволинейных интегралов к определенному интегралу. Формула Грина. Независимость интеграла от пути интегрирования. Условия Эйлера. Использование формулы Ньютона-Лейбница для вычисления криволинейных интегралов.

Ориентация поверхности. Поверхностные интегралы первого и второго рода, связь между ними. Сведение поверхностных интегралов к двойным. Формула Стокса. Формула Остроградского. Элементы теории поля. Дивергенция. Ротор.

Использование криволинейных и поверхностных интегралов при решении прикладных задач.

Раздел III. Ряды и несобственные интегралы

18. Числовые ряды

Числовой ряд. Сходимость ряда, сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Геометрический и гармонический ряды. Критерий Коши сходимости ряда. Положительные ряды. Признаки сходимости, основанные на сравнении положительных рядов. Признаки сходимости Коши, Даламбера, интегральный, Дюамеля-Раабе, Гаусса и др. Знакопеременные ряды. Признаки Лейбница, Дирихле и Абеля. Абсолютная сходимость. Действия над рядами. Двойные и повторные ряды.

Понятие о других способах суммирования рядов.

19. Функциональные последовательности и ряды

Сходимость функциональных последовательностей. Равномерная сходимость. Критерии равномерной сходимости.

Функциональные ряды. Равномерная сходимость функционального ряда. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости функциональных рядов.

Функции, определяемые как суммы рядов. Предельный переход. Непрерывность. Теорема Дини. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов.

20. Степенные ряды

Степенной ряд. Теорема Абеля. Множество сходимости степенного ряда. Радиус сходимости. Свойства суммы степенного ряда. Представление функций степенными рядами. Ряд Тейлора.

Основные степенные разложения и их приложения.

21. Несобственные интегралы

Несобственные интегралы первого и второго рода. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов первого и второго рода. Несобственные интегралы от положительных функций. Признаки сравнения. Степенной признак сходимости несобственных интегралов. Признаки Дирихле и Абеля. Абсолютная сходимость. Главное значение несобственного интеграла.

22. Интегралы, зависящие от параметра

Функции, определяемые как интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Непрерывность. Интегрирование. Дифференцируемость. Правило Лейбница.

Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость несобственных интегралов. Критерий Коши равномерной сходимости. Признаки равномерной сходимости.

Функции, определяемые как несобственные интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Непрерывность. Дифференцирование. Интегрирование.

Эйлеровы интегралы первого и второго рода. Их основные свойства. Интеграл Пуассона. Интеграл Дирихле. Интегралы Лапласа. Интегралы Фруллани. Интегралы Френеля.

23. Ряды Фурье и интеграл Фурье

Скалярное произведение функций. Ортогональные системы функций. Тригонометрические многочлены. Ряд Фурье. Неравенство Бесселя.

Принцип локализации. Теорема Римана-Лебега. Сходимость ряда Фурье в точке. Равномерная сходимость ряда Фурье. Сходимость в среднем. Равенство Парсеваля. Полнота и замкнутость тригонометрической системы.

Обобщенное равенство Парсеваля. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов Фурье.

Разложение функций в ряды Фурье. Ряд Фурье четной и нечетной функции.

Теорема Вейерштрасса об аппроксимации непрерывной функции многочленами.

Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.

Раздел IV. Функции комплексного аргумента

24. Функции комплексной переменной (ФКП)

Функции комплексной переменной (ФКП). Дробно-линейная функция. Степенная функция. Показательная функция. Логарифм комплексного числа и логарифмическая функция. Тригонометрические и гиперболические функции.

25. Дифференцируемость ФКП

Непрерывность ФКП. Дифференцируемость ФКП. Геометрический смысл производной. Конформность. Условия Коши-Римана. Гармонические функции.

26. Интеграл от функции комплексной переменной

Интегрирование ФКП. Интегральная теорема Коши. Первообразная ФКП. Формула Ньютона-Лейбница. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем.

27. Комплексные числовые и функциональные ряды

Последовательности комплексных чисел. Основной критерий сходимости комплексных последовательностей.

Ряды комплексных чисел. Степенные ряды. Теорема Абеля. Свойства суммы степенного ряда. Регулярные функции. Связь между регулярностью и дифференцируемостью функции. Теоремы Вейерштрасса. Нули регулярной функции. Теорема единственности. Понятие об аналитическом продолжении и аналитической функции. Многозначные функции.

Ряд Лорана. Множество сходимости ряда Лорана. Представление функции рядом Лорана. Изолированные особые точки функции. Поведение функции в окрестности особой точки.

28. Вычеты

Вычет функции в особой точке. Основная теорема теории вычетов. Вычисление вычетов. Применение вычетов для вычисления интегралов. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.

29. Конформные отображения

Конформное отображение. Принцип соответствия границ. Основные свойства отображений, задаваемых линейной, степенной, дробно-линейной, показательной, логарифмической функциями. Функция Жуковского.

30. Элементы операционного исчисления

Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Свойства преобразования Лапласа. Изображения основных элементарных функций. Отыскание оригинала по известному изображению. Формула Меллина. Использование операционного исчисления для решения дифференциальных и интегральных уравнений и систем.

Учебно-методическая карта дисциплины

Номер разде-ла, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количест-во часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия		
I семестр					
	Раздел I. Функции одной действительной переменной				
1	Введение.	2			
2	Числа, числовые множества	4	4		Проверка заданий.
3	Числовые последовательности	6	6		Проверка заданий Контр. работа
4	Предел функции.	4	6	2	Проверка заданий. Коллоквиум

5	Непрерывность	4	2		Проверка заданий.
6	Дифференцируемость	10	8	2	Проверка заданий. Контр. работа
7	Исследование функций.	20	14	2	Проверка заданий. Коллоквиум
8	Неопределенный интеграл.	8	10	2	Проверка заданий. Контр. работа
9	Определенный интеграл.	6	6		Проверка заданий. Контр. работа
10	Приложения определенного интеграла	4	4		Проверка заданий.

II семестр					
	Раздел II. Функции нескольких действительных переменных				
11	Функции *n* переменных.	16	6		Проверка заданий.
12	Дифференцируемые функции нескольких переменных.	12	14	2	Проверка заданий. Контр. работа
13	Неявно заданные функции.	6	6		Проверка заданий.
14	Экстремум функций нескольких переменных.	6	6	2	Проверка заданий. Коллоквиум Контр. работа
15	Кратные интегралы.	12	14	2	Проверка заданий. Контр. работа

16	Кривые и поверхности.	4	2		Проверка заданий.
17	Криволинейные интегралы и поверхностные интегралы.	12	12	2	Проверка заданий. Коллоквиум Контр. работа
	III семестр				
	Раздел III. Ряды и несобственные интегралы				
18	Числовые ряды.	10	8	2	Проверка заданий.
19	Функциональные последовательности и функциональные ряды.	10	10		Проверка Заданий. Контр. работа Коллоквиум
20	Степенные ряды.	6	6	2	Проверка Заданий.
21	Несобственные интегралы.	8	6		Проверка заданий.

22	Интегралы, зависящие от параметра.	10	10	2	Проверка заданий. Контр. работа Коллоквиум
23	Ряды Фурье и интеграл Фурье.	12	6		Проверка заданий. Контр. работа
	Раздел IV. Функции комплексного аргумента				
24	Функции комплексной переменной (ФКП).	2	4		Проверка Заданий.
25	Дифференцируеость ФКП.	4	4		Проверка Заданий.
26	Интеграл от функции комплексной переменной.	6	6	2	Проверка заданий. Контр. работа
	IV семестр				
27	Комплексные числовые и функциональные ряды	12	8	2	Проверка заданий. Контр. работа

28	Вычеты	8	8		Проверка заданий. Коллоквиум.
29	Конформные отображения	4	6		Проверка заданий.
30	Элементы операционного исчисления	10	8	2	Проверка заданий. Контр. работа

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Богданов Ю.С. Лекции по математическому анализу. Ч.1,2, Мн. − 1974, 1978 гг.
2. Богданов Ю.С., Кастрица О.А., Сыроид Ю.Б. Математический анализ. М.− 2003.г.
3. Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Б.Х. Математический анализ. В 2 ч. М.− 1985, 1987 гг.
4. Кастрица О. А. Ряды и несобственные интегралы : учеб. пособие / О. А. Кастрица, С.А.Мазаник, А.Ф.Наумович, Н. Ф Наумович – Минск : Вышэйш. шк., 2015 г.
5. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т.1,2,3. М. – 1989 г.
6. Леваков А.А. Математический анализ. Мн. −2015 г.
7. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. − М. 1990 г.
8. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М. 1982 г.
9. Зверович Э.И. Вещественный и комплексный анализ. Часть 6. Теория аналитических функций комплексного переменного – Мн. 2008 г.

Дополнительная литература

1. Богданов Ю.С., Кастрица О.А. Начала анализа в задачах и упражнениях. Мн. − 1988 г.
2. Зорич В.А. Математический анализ. Т.1,2. М. − 1981, 1984 гг.
3. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. М. – 1982 г.
4. Кастрица О.А., Мазаник С.А. Математический анализ. Краткий курс. – Мн. 2017 г.
5. Свешников А.Г., Тихонов А.Т. Теория функций комплексной переменной. М. – 1979 г.
6. Тер–Киркоров А.М., Шабунин М.А., Курс математического анализа. М. – 1988 г.
7. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1−3. М. – 1969, 1970 гг.
10. Электронный учебно-методический комплекс «Высшая математика». Государственный регистр информационных ресурсов. Регистрационное свидетельство №1271101243 от 29 апреля 2011 г. – Режим доступа: http://elib.bsu.by/handle/123456789/8436 – Дата доступа: 03.05.2018.

8. Воднев В.Т., Наумович А.Ф., Наумович Н.Ф. Основные математические формулы. Мн. – 1988 г.

Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы используются оценочные средства, включающие следующие формы:

Устные формы:
− собеседования;
− индивидуальные задания с их устной защитой.

Письменные формы:
− коллоквиумы;
− контрольные работы;
− письменные отчеты по домашним практическим заданиям.

Устно-письменные формы:
− отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;
− отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;
– зачеты;
− экзамены по учебной дисциплине.

Технические формы:
– электронные тесты.

Оценочными средствами предусматривается оценка усвоения обучающимися учебного материала дисциплины, их готовность к использованию знания основ математического анализа при изучении других учебных дисциплин.

На лекционных занятиях по учебной дисциплине «Математический анализ» предусматривается изложения теории с включением проблемного подхода к изучению отдельных тем. Обращается внимание на алгоритмические аспекты получаемых результатов.

Для обеспечения возможности самостоятельной работы при изучении теории и выполнении домашних заданий рекомендуется использовать из-данные учебные пособия и методические разработки кафедры, большая часть которых размещена в электронной библиотеке университета.

Для самоконтроля усвоения учебного материала рекомендуется использовать разработанные кафедрой тесты, размещенные в системе “E-University”.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015г. № 382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

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
Методы оптимизации	МОУ	Нет	Изменения не требуются. Протокол № 10 от 18.04.2018г.
Функциональный анализ и интегральные уравнения, Уравнения математической физики	КТиС	Нет	Изменения не требуются. Протокол № 10 от 18.04.2018г.
Вычислительные методы алгебры, Методы численного анализа	ВычМ	Нет	Изменения не требуются. Протокол № 10 от 18.04.2018г.
Теория вероятностей и математическая статистика	ТВиМС	Нет	Изменения не требуются. Протокол № 10 от 18.04.2018г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на __ ____/__ _______ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание