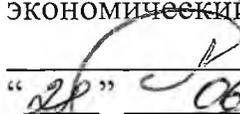


Учреждение образования
«Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
экономический университет»

 А.В.Егоров

“28” 06 2024 г.

Регистрационный № УД 6195-24/уч.

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности
6-05-0311-01 «Экономика»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта общего высшего образования ОСВО 6-05-0311-01, учебного плана по специальности 6-05-0311-01 «Экономика».

СОСТАВИТЕЛИ:

А.В. Марков, заведующий кафедрой высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

А.И. Астровский, профессор кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор физико-математических наук, профессор;

М.П. Дымков, профессор кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор физико-математических наук, профессор;

С.П. Макаревич, ассистент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

В.В. Косьянчук, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей математики и информатики механико-математического факультета Белорусского государственного университета (протокол № _____ от _____);

М.В. Чайковский, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 8 от 27.03.2024);

Методической комиссией по специальностям: «Экономическая теория», «Экономика» учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

(протокол № 8 от 23.05.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

(протокол № 8 от 27.06.2024);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Высшая математика» направлена на изучение основных математических понятий и методов, которые позволят будущему специалисту свободно ориентироваться в разнообразных математических моделях и методах. Для специалистов по экономике и управлению математика в большей мере является инструментом обработки и анализа информации, принятия решений и управления.

Как отмечает Л.Д. Кудрявцев (Избранные труды. Т.3. Мысли о современной математике и ее преподавании. – М.: Физматлит, 2008. – С. 325–326) «...естественнонаучное и математическое образование нужно не только для того, чтобы сообщить учащимся определенные сведения по изучаемым предметам, но и потому, что оно способствует пониманию законов, которым подчиняется окружающий нас мир, и, следовательно, формирует мировоззрение учащихся, а поэтому является частью гуманитарного, в широком смысле этого слова, образования, частью общечеловеческой культуры, которая не может быть восполнена изучением чисто гуманитарных дисциплин. Так, например, преподавание математики имеет своей целью не только ознакомление учащихся с математическими понятиями и выработку навыков их использования, но и развивает мышление, учит логически мыслить, отбрасывать то, что несущественно для решения поставленной задачи, воспитывает эстетические чувства и чувство честности перед самим собой. Итак, изучение естественнонаучных дисциплин и математики является необходимым условием для правильного формирования полноценной личности учащегося. Этой цели можно добиться только в том случае, если на предметы естественнонаучного цикла и математику будет отведено достаточное количество часов, необходимых не только для знакомства с понятиями, изучаемыми в этих дисциплинах, но и для овладения ими при помощи решения достаточного количества задач».

Целью учебной дисциплины «Высшая математика» является ознакомление студентов с математическими понятиями, методами и навыками их использования для решения типовых прикладных задач, а также развитие абстрактного, логического и алгоритмического мышления.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

- дать представление:
 - а) о месте математики в системе естественных и экономических наук;
 - б) о неразрывном единстве прикладной и фундаментальной математики;
 - в) о преимуществах математического моделирования и его экономической эффективности;
- ознакомить студентов с основными понятиями и методами современной математики;
- научить применять математические знания при исследовании реальных экономических процессов и решении профессиональных задач;
- развить у студентов способности к абстрактному и логическому мышлению;

- воспитать у студентов мотивацию к глубокому изучению математики как языка общения цивилизованных экономистов, без которого невозможно овладеть специальными дисциплинами, необходимыми им в их будущей профессиональной деятельности.

В результате изучения учебной дисциплины «Высшая математика» формируется следующая базовая профессиональная компетенция:

БПК-1. Использовать основные математические понятия и методы вычислений для анализа и моделирования экономических процессов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- методы матричной алгебры и аналитической геометрии, математический аппарат функций одной и многих переменных, основы дифференциальных уравнений, числовые и степенные ряды;

- основные понятия и теоремы теории вероятностей, законы распределения случайных величин;

уметь:

- решать задачи матричной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа, анализировать задачи с экономическим содержанием;

- применять вероятностные методы для решения экономических задач;

владеть:

- методикой применения методов матричной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей при решении математических и экономических задач.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развивать свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Учебная дисциплина «Высшая математика» относится к Математическому модулю государственного компонента.

Материал учебной дисциплины «Высшая математика» является базовым для учебных дисциплин «Статистика», «Эконометрика», «Экономическая теория», «Микроэкономика», «Макроэкономика».

Форма получения высшего образования – дневная.

В соответствии с учебным планом университета на учебную дисциплину «Высшая математика» отводится 568 часов, из них аудиторных – 272 часа.

Распределение аудиторных часов по видам занятий:

в 1 семестре лекций – 50 часов; практических занятий – 52 часа.

во 2 семестре лекций – 34 часов; практических занятий – 34 часа.

в 3 семестре лекций – 50 часов; практических занятий – 40 часов; лабораторных работ – 12 часов.

Самостоятельная работа – 296 часов

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 15 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации – экзамены.

Раздел 1. Основы теории множеств и математической символики

Тема 1.1 Элементы теории множеств

Элементы теории множеств и математической логики. Логические символы, операции над множествами. Декартово произведение множеств. Экономические примеры. Основные числовые множества. Точные и приближенные значения величин. Абсолютная и относительная погрешности. Необходимое и достаточное условия. Метод математической индукции. Бином Ньютона.

Тема 1.2. Комплексные числа

Комплексные числа и действия над ними. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексных чисел. Формулы Муавра и Эйлера. Извлечение корня из комплексного числа. Свойства комплексно-сопряженных выражений. Применение комплексных чисел.

Раздел 2. Векторная алгебра и матричное исчисление

Тема 2.1. Векторная алгебра.

Понятие вектора на плоскости и в трехмерном пространстве. Основные линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Линейная зависимость векторов. Базис на плоскости и в пространстве. Декартова система координат. Радиус-вектор и координаты точки. Деление отрезка в данном отношении. Скалярное произведение векторов, его свойства и экономическая интерпретация. Условие ортогональности двух векторов. Ориентация тройки векторов в пространстве. Векторное произведение векторов, его свойства, геометрический и физический смысл. Смешанное произведение векторов, его геометрический и механический смысл. Условие компланарности трех векторов. Линейные пространства. Подпространство и линейная оболочка. Базис и размерность линейного пространства. Евклидовы пространства. Норма вектора и ее свойства. Ортогональный и ортонормированный базисы. Процесс ортогонализации Грамма-Шмидта. Неравенство Коши-Буняковского.

Тема 2.2. Матричное исчисление

Понятие матрицы и линейные операции над ними. Транспонирование матриц. След матрицы. Экономическая интерпретация матриц. Перестановки и транспозиции. Определители второго и третьего порядка. Алгебраические дополнения и миноры. Определители n -го порядка и их свойства. Правила вычисления определителей, теорема Лапласа. Определитель произведения матриц. Обратная матрица, свойства обратных матриц. Методы вычисления обратной матрицы. Ранг матрицы, свойства и его вычисление. Условие равенства нулю определителя. Теорема о базисном миноре. Подобные матрицы.

Приведение матрицы к диагональному виду. Многочлены от матрицы. Теорема Гамильтона-Кэли. Квадратичные формы и их матрицы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием. Знакоопределенные квадратичные формы. Условия знакоопределенности квадратичных форм. Модель межотраслевого баланса В.В.Леонтьева. Отличительные черты белорусской экономической модели.

Тема 2.3. Системы линейных уравнений и неравенств.

Системы линейных алгебраических уравнений, общие понятия. Экономические примеры. Теорема Кронекера-Капелли. Матричный способ решения линейных систем. Формулы Крамера, метод Гаусса. Однородные и неоднородные системы линейных уравнений. Структура общего решения. Понятие о приближенном решении системы уравнений. Разложение вектора по ортогональному базису. Собственные векторы и собственные значения матриц, их свойства. Характеристические уравнения. Собственные векторы и собственные значения симметричных матриц. Системы линейных неравенств. Графический метод решения системы линейных неравенств с двумя переменными. Применение элементов линейной алгебры в экономике.

Раздел 3. Аналитическая геометрия

Тема 3.1. Аналитическая геометрия на плоскости

Предмет аналитической геометрии. Метод координат. Кривая на плоскости и способы ее задания. Основные виды уравнения прямой. Угол между прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых. Расстояние от точки до прямой. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола, гипербола. Параметрическое представление линий.

Тема 3.2. Элементы аналитической геометрии в пространстве

Простейшие задачи аналитической геометрии в пространстве. Понятия поверхности и кривой в пространстве, их уравнения. Основные виды уравнений плоскости и прямой в пространстве. Ортогональная проекция вектора на плоскость. Угол между плоскостями. Угол между двумя прямыми. Угол между прямой и плоскостью. Расстояние от точки до плоскости. Понятие о поверхностях второго порядка.

Раздел 4. Математический анализ

Тема 4.1. Числовая последовательность и ее предел

Действительные числа. Числовые последовательности. Предел последовательности и его свойства. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Монотонные, ограниченные последовательности. Свойства сходящихся последовательностей и критерий их сходимости. Способы вычисления пределов последовательностей. Число « ϵ » и его экономическая интерпретация.

Тема 4.2. Функции одной вещественной переменной

Функции, их области определения и значений, способы задания и график функции. Основные характеристики поведения функции. Основные элементарные функции. Суперпозиция функций, обратные функции. Неявные функции. Предел функции в точке и на бесконечности. Основные теоремы о пределах функций. Замечательные пределы. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва функций и их классификация. Непрерывность элементарных функций. Сравнение функций, символы « o » и « O ». Эквивалентные функции, их применение к вычислению пределов функций. Функции, непрерывные на отрезке, и их свойства: теоремы Вейерштрасса, Коши о прохождении функции через ноль, Коши о промежуточном значении. Непрерывность обратной функции. Равномерная непрерывность функции на отрезке. Теорема Кантора.

Тема 4.3. Дифференциальное исчисление функций одной вещественной переменной

Задачи, приводящие к понятию производной. Производная функции, ее геометрический, физический и экономический смыслы. Уравнение касательной и нормали к кривой. Односторонние производные. Основные правила дифференциального исчисления. Производная сложной, обратной и неявной функций. Производные элементарных функций. Логарифмическое дифференцирование. Дифференцирование параметрически заданных функций. Дифференциал функции, его геометрический смысл и применение в приближенных вычислениях. Инвариантность формы дифференциала. Производные высших порядков. Формула Лейбница. Дифференциалы высших порядков. Локальный экстремум функции. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ферма. Ролля, Коши, Лагранжа. Применение теорем. Раскрытие неопределенностей, правило Лопиталья-Бернулли. Формула Тейлора. Остаточный член в форме Пеано и Лагранжа. Основные разложения по формуле Тейлора. Приложения формулы Тейлора. Экстремумы функции, стационарные точки. Необходимое и достаточное условия локального экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. Выпуклость и точки перегиба. Достаточное условие выпуклости. Необходимое условие перегиба. Достаточные условия перегиба. Вертикальные и наклонные асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции и построение ее графика. Экономические приложения: предельные показатели в экономике, эластичность экономических показателей, максимизация прибыли.

Тема 4.4. Функции многих переменных

Множества на плоскости и в пространстве. Предельные точки множеств. Связные, выпуклые, ограниченные множества. Понятие функции многих переменных, примеры из экономики. Линии уровня, изокосты, изокванты. Однородные функции. Выпуклые и вогнутые функции. Предел функции в точке, повторные пределы. Непрерывность. Свойства непрерывных функций. Частные производные. Примеры применения частных производных в

экономике. Дифференцируемость функции многих переменных, необходимые и достаточные условия дифференцируемости. Полный дифференциал и его связь с частными производными. Дифференцирование сложных функций. Инвариантность формы полного дифференциала. Производная по направлению и ее свойства. Градиент функции и его смысл. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных. Якобиан, матрица Гессе. Формула Тейлора для функции двух переменных. Понятие экстремума функции многих переменных. Необходимое и достаточное условия экстремума. Метод наименьших квадратов. Наибольшее и наименьшее значения функции в заданной области. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Приложения к экономическим проблемам.

Тема 4.5. Первообразная и неопределенный интеграл

Первообразная функции и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Метод замены переменной. Формула интегрирования по частям. Таблица неопределенных интегралов. Интегрирование простейших рациональных дробей. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции. Неберущиеся интегралы.

Тема 4.6. Определенный интеграл

Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определенный интеграл. Основные свойства определенного интеграла. Условия интегрируемости функций. Интеграл с переменным верхним пределом и его дифференцирование. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Формула интегрирования по частям для определенного интеграла. Геометрические приложения определенных интегралов: вычисление площадей плоских фигур, объемов тел, длин дуг, площадей поверхностей вращения. Экономические приложения определенных интегралов. Несобственные интегралы и признаки их сходимости.

Раздел 5. Дифференциальные и дискретные уравнения

Тема 5.1. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений, общее и частное решение. Математическое моделирование в экономике и технике с помощью дифференциальных уравнений. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения. Дифференциальные уравнения первого порядка и методы их интегрирования. Линейные дифференциальные уравнения первого и второго порядков. Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Характеристическое уравнение. Линейная независимость решений. Метод Лагранжа вариации произвольной постоянной. Системы линейных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Формула Коши. Общие понятия о дифференциальных уравнениях высших порядков. Понятия о

краевых задачах для дифференциальных уравнений. Устойчивость решений дифференциальных уравнений по Ляпунову. Критерий устойчивости линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Приложения дифференциальных уравнений к решению экономических задач.

Тема 5.2. Дифференциальные уравнения с частными производными

Общие сведения об уравнениях с частными производных. Постановка начальных задач для уравнений математической физики. Краевые задачи Дирихле, Неймана, смешанные краевые задачи. Корректность постановки задач математической физики. Методы Даламбера и Фурье решения уравнений математической физики.

Тема 5.3. Дискретные уравнения

Дискретные (разностные) уравнения. Конечные разности. Экономические задачи, приводящие к разностным уравнениям. Общие понятия разностных уравнений. Однородные и неоднородные линейные разностные уравнения и структура их общих решений. Решение линейных однородных разностных уравнений с постоянными коэффициентами. Системы дискретных уравнений и их свойства, методы нахождения их решений.

Раздел 6. Многочлены. Основы теории функций комплексной Переменной

Тема 6.1. Многочлены

Многочлены и их делимость. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители. Условия тождественности двух многочленов. Признак кратности корня многочлена и функции. Рациональные функции. Разложение рациональных функций на сумму простейших дробей. Методы нахождения коэффициентов разложения. Понятие об интерполяции и аппроксимации функций.

Тема 6.2. Основы теории функций комплексной переменной

Основные понятия функций комплексной переменной. Конформные отображения. Преобразование Лапласа. Операционный метод и его приложения.

Раздел 7. Числовые и степенные ряды.

Тема 7.1. Числовые ряды

Числовой ряд и его сумма. Действие над рядами. Простейшие свойства числовых рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Гармонический ряд. Признаки сходимости числовых рядов: критерий Коши, признаки сравнения, признаки Даламбера и Коши, интегральный признак. Знакопеременные ряды, абсолютная и условная сходимость. Знакопеременные ряды, признак Лейбница. Оценка остатка ряда. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.

Тема 7.2. Степенные ряды

Степенные ряды, теорема Абеля. Радиус, интервал и область сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена. Достаточные условия представления функции рядом Тейлора. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора. Применение рядов Тейлора в приближенных вычислениях. Понятие о рядах Фурье.

Раздел 8. Интегральное исчисление функций многих переменных

Тема 8.1. Двойные интегралы

Задачи, приводящие к двойному интегралу. Определение двойного интеграла и его свойства. Вычисление двойных интегралов в декартовой системе координат. Изменение порядка интегрирования в двойном интеграле. Якобиан и его геометрический смысл. Замена переменных в двойных интегралах. Двойной интеграл в полярных системах координат.

Тема 8.2. Криволинейные интегралы

Задачи, приводящие к криволинейному интегралу 1-го рода. Свойства и вычисление криволинейных интегралов 1-го рода. Задачи, приводящие к криволинейному интегралу 2-го рода. Свойства и вычисление криволинейных интегралов 2-го рода. Независимость криволинейных интегралов от пути интегрирования. Формула Грина и ее применение к вычислению площадей плоских фигур.

Раздел 9. Основы численных методов

Тема 9.1. Приближенные методы

Приближенные методы и их основные характеристики. Понятие об итерационных методах. Погрешности вычислений. Численные методы нахождения корней уравнений. Вычислительные методы оптимизации. Методы решения систем уравнений. Приближенные методы вычисления определенных интегралов. Численное интегрирование дифференциальных уравнений.

Тема 9.2. Компьютерные технологии приближенных вычислений

Краткие сведения об основных программных средствах для решения математических задач.

Раздел 10. Теория вероятностей и математическая статистика

Тема 10.1. Основные понятия и теоремы теории вероятностей

Предмет и метод теории вероятностей. Случайные события и операции над ними. Классификация событий. Алгебра событий. Полная группа событий. Частота и вероятность. Классическое определение вероятности. Геометрическое и статистическое определение вероятности. Элементы комбинаторики. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вероятность

появления хотя бы одного из n событий, независимых в совокупности. Условная вероятность. Независимость событий. Формула полной вероятности и формула Байеса. Применение стохастического подхода к экономическим задачам.

Тема 10.2. Схема повторных независимых испытаний

Последовательность независимых повторных испытаний (схема Бернулли). Формула Бернулли. Наивероятнейшее число успехов в схеме Бернулли. Теорема Пуассона. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Примеры экономических задач, для которых применима схема повторных испытаний Бернулли.

Тема 10.3. Случайные величины и их основные законы распределения.

Случайные величины и их классификация. Дискретные и непрерывные величины. Законы распределения случайных величин. Функция распределения случайных величин и ее свойства. Плотность распределения непрерывной случайной величины и ее свойства. Вероятность попадания значений случайной величины в заданный промежуток. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Среднее квадратическое отклонение. Мода и медиана, квантили, децили, начальные и центральные моменты. Асимметрия и эксцесс. Функции случайных величин. Биномиальный закон распределения. Закон Пуассона. Геометрическое и гипергеометрическое распределения. Равномерное распределение. Показательное распределение. Нормальный закон распределения. Правило трех сигма и его практическое значение. Функция Лапласа. Распределения «хи – квадрат», Стьюдента и Фишера-Снедекора.

Тема 10.4. Закон больших чисел и предельные теоремы

Неравенства Маркова и Чебышева. Сходимости по вероятности. Теоремы Чебышева и Бернулли. Центральная предельная теорема. Нормальное распределение как предельное для биномиального и пуассоновского распределений. Локальная и интегральная теоремы Лапласа как следствие теоремы Ляпунова. Значение закона больших чисел для практики.

Тема 10.5. Многомерные случайные величины

Таблица распределения. Функция распределения двумерной случайной величины и ее свойства. Плотность распределения двумерной случайной величины и ее свойства. Зависимые и независимые случайные величины. Корреляционный момент и его свойства. Коэффициент корреляции и его свойства. Нормальное двумерное распределение.

Тема 10.6. Элементы теории массового обслуживания

Основные понятия теории массового обслуживания. Поток событий. Марковские процессы. Уравнение Колмогорова. Процессы гибели и размножения. Системы массового обслуживания с отказами. Применение марковских цепей в экономике.

Тема 10.7. Основы математической статистики

Предмет математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Понятие о выборочном методе. Вариационный ряд и его характеристики. Выборочные аналоги функций распределения. Полигон и гистограмма. Среднее арифметическое и его свойства. Выборочная дисперсия и ее свойства. Выборочные начальные и центральные моменты. Асимметрия. Экссесс.

Тема 10.8. Статистическое оценивание

Понятие о точечной оценке числовой характеристики случайной величины, свойства точечной оценки. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Частость как точечная оценка вероятности события. Методы получения точечных оценок. Интервальное оценивание параметров распределений. Доверительный интервал. Интервальное оценивание генеральной средней, генеральной дисперсии и генеральной доли. Предельная ошибка и необходимый объем выборки.

Тема 10.9. Проверка статистических гипотез

Понятие статистической гипотезы. Основные этапы проверки гипотезы. Уровень значимости и мощность критерия. Проверка гипотез о числовых значениях параметров нормального распределения. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных распределений. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных распределений. Проверка гипотезы о числовом значении вероятности события. Проверка гипотезы о равенстве вероятностей. Проверка гипотезы о модели закона распределения. Критерии согласия Пирсона и Колмогорова.

Тема 10.10. Основы дисперсионного анализа

Задача дисперсионного анализа и предварительная обработка результатов наблюдений. Основные понятия дисперсионного анализа. Условия проведения дисперсионного анализа. Критерий Бартлетта. Модель однофакторного дисперсионного анализа. Двухфакторный дисперсионный анализ с одним наблюдением. Модель двухфакторного дисперсионного анализа.

Тема 10.11. Корреляционно-регрессионный анализ

Функциональная, стохастическая и корреляционная зависимости. Модели и основные понятия корреляционного и регрессионного анализа. Функция регрессии. Линейная корреляционная зависимость и линии регрессии. Генеральные и выборочные корреляционные отношения как измерители степени корреляционной и стохастической зависимости. Коэффициент корреляции. Погрешность выборочного линейного уравнения регрессии. Проверка гипотезы о линейности функции регрессии. Примеры нелинейной функции регрессии. Множественная регрессия. Ранговая корреляция. Выборочные коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла, проверка их значимости.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Литература	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов управляемой самостоятельно работы				
						Л	Пз			Лаб
1 семестр										
1	Раздел 1. Основы теории множеств и математической символики									
Тема 1.1	Элементы теории множеств	1						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Элементы теории множеств		1					[1, 3]	Решение задач.	
Тема 1.2	Комплексные числа	1						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Комплексные числа		1					[1, 3]	Решение задач.	
2	Раздел 2. Векторная алгебра и матричное исчисление									
Тема 2.1	Векторная алгебра	4						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Векторная алгебра		2					[1, 3]	Решение задач.	
Тема 2.2	Матричное исчисление	4						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Матричное исчисление		4					[1, 3]	Решение задач.	
Тема 2.3	Системы линейных уравнений и неравенств	4						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Системы линейных уравнений и неравенств		4					[1, 3]	Решение задач.	
3	Раздел 3. Аналитическая геометрия									
Тема 3.1	Аналитическая геометрия на плоскости	4						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Аналитическая геометрия на плоскости		4					[1, 3]	Решение задач.	
Тема 3.2	Элементы аналитической геометрии в пространстве	2						[1, 3]	Выборочный опрос.	
	Элементы аналитической геометрии в пространстве		2					[1, 3]	Решение задач. РГР.	

4	Раздел 4. Математический анализ								
Тема 4.1	Числовая последовательность и ее предел	2						[1, 3]	Выборочный опрос.
	Числовая последовательность и ее предел		2					[1, 3]	Решение задач.
Тема 4.2	Функции одной вещественной переменной	4						[1, 3]	Выборочный опрос.
	Функции одной вещественной переменной		4					[1, 3]	Решение задач.
Тема 4.3	Дифференциальное исчисление функций одной вещественной переменной	6						[1, 3]	Выборочный опрос.
	Дифференциальное исчисление функций одной вещественной переменной		8					[1, 3]	Решение задач.
Тема 4.4	Функции многих переменных	6						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Функции многих переменных		8					[2, 4]	Решение задач.
Тема 4.5	Первообразная и неопределенный интеграл	6						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Первообразная и неопределенный интеграл		8					[2, 4]	Решение задач.
Тема 4.6	Определенный интеграл	6						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Определенный интеграл		6					[2, 4]	Решение задач.
	Итого 1 семестр	50	52						Экзамен
2 семестр									
5	Раздел 5. Дифференциальные и дискретные уравнения								
Тема 5.1	Обыкновенные дифференциальные уравнения	8						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Обыкновенные дифференциальные уравнения		8					[2, 4]	Решение задач.
Тема 5.2	Дифференциальные уравнения с частными производными	4						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Дифференциальные уравнения с частными производными		4					[2, 4]	Решение задач.
Тема 5.3	Дискретные уравнения	2						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Дискретные уравнения		2					[2, 4]	Решение задач. РГР.
6	Раздел 6. Многочлены. Основы теории функций комплексной переменной								
Тема 6.1	Многочлены	2						[7, 8]	Выборочный опрос.
	Многочлены		2					[7, 8]	Решение задач.

Тема 6.2	Основы теории функций комплексной переменной	2						[7, 8]	Выборочный опрос.
	Основы теории функций комплексной переменной		2					[7, 8]	Решение задач.
7	Раздел 7. Числовые и степенные ряды								
Тема 7.1	Числовые ряды	4						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Числовые ряды		4					[2, 4]	Решение задач.
Тема 7.2	Степенные ряды	4						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Степенные ряды		4					[2, 4]	Решение задач.
8	Раздел 8. Интегральное исчисление функций многих переменных								
Тема 8.1	Двойные интегралы	2						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Двойные интегралы		2					[2, 4]	Решение задач.
Тема 8.2	Криволинейные интегралы	2						[2, 4]	Выборочный опрос.
	Криволинейные интегралы		2					[2, 4]	Решение задач.
9	Раздел 9. Основы численных методов								
Тема 9.1	Приближенные методы	2						[9, 10]	Выборочный опрос.
	Приближенные методы		2					[9, 10]	Решение задач.
Тема 9.2	Компьютерные технологии приближенных вычислений	2						[9, 10]	Выборочный опрос.
	Компьютерные технологии приближенных вычислений		2					[9, 10]	Решение задач.
Итого 2 семестр		34	34						Экзамен
3 семестр									
10	Раздел 10. Теория вероятностей и математическая статистика								
Тема 10.1	Основные понятия и теоремы теории вероятностей	6						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Основные понятия и теоремы теории вероятностей		6					[5, 6]	Решение задач.
Тема 10.2	Схема повторных независимых испытаний	2						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Схема повторных независимых испытаний		2						Решение задач.
Тема 10.3	Случайные величины и их основные законы	10						[5, 6]	Выборочный опрос.

	распределения								
	Случайные величины и их основные законы распределения		8					[5, 6]	Решение задач.
Тема 10.4	Закон больших чисел и предельные теоремы	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Закон больших чисел и предельные теоремы		2					[5, 6]	Решение задач.
Тема 10.5	Многомерные случайные величины	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Многомерные случайные величины		4					[5, 6]	Решение задач.
Тема 10.6	Элементы теории массового обслуживания	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Элементы теории массового обслуживания		4					[5, 6]	Решение задач.
	Структура пакета «STATISTICA»				2				
Тема 10.7	Основы математической статистики	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Основы математической статистики		2					[5, 6]	Решение задач.
	Моделирование распределений случайных величин в пакете «STATISTICA»				2			[5, 6]	
Тема 10.8	Статистическое оценивание	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Статистическое оценивание		2					[5, 6]	Решение задач.
	Первичная обработка данных оценивания параметров распределений.				2			[5, 6]	
Тема 10.9	Проверка статистических гипотез	4						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Проверка статистических гипотез		2					[5, 6]	Решение задач.
	Дисперсионный анализ				2			[5, 6]	
Тема 10.10	Основы дисперсионного анализа	2						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Основы дисперсионного анализа		2					[5, 6]	Решение задач.
	Однофакторный дисперсионный анализ				2			[5, 6]	
Тема 10.11	Корреляционно-регрессионный анализ	6						[5, 6]	Выборочный опрос.
	Корреляционно-регрессионный анализ		4					[5, 6]	Решение задач. РГР
	Корреляционный анализ				2			[5, 6]	
	Итого 3 семестр	50	40		12				Экзамен
	Всего часов	134	126		12				

Литература**Основная:**

- 1 Астровский, А. И. Высшая математика : учебник для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям : в 2 ч. / А. И. Астровский, М. П. Дымков. – Минск : БГЭУ, 2022–2023. – Ч. 1. – 2022. – 415 с.
- 2 Астровский, А. И. Высшая математика : учебник для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям : в 2 ч. / А. И. Астровский, М. П. Дымков. – Минск : БГЭУ, 2022–2023. – Ч. 2. – 2023. – 412 с.
- 3 Сборник задач и упражнений по высшей математике для студентов экономических специальностей : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный экономический университет ; [А. В. Конюх и др.]. – 2-е изд., переработанное. – Минск : БГЭУ, 2021. – Ч. 1. – 307 с.
- 4 Сборник задач и упражнений по высшей математике для студентов экономических специальностей : в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь, УО "Белорусский государственный экономический университет". – Минск : БГЭУ, 2008–2009. – Ч. 2 / [Л.Н. Гайшун и др.]. – 2008. – 270 с.
- 5 Матальцкий, М.А. Теория вероятностей и математическая статистика / М.А. Матальцкий, Г.А. Хацкевич; М-во образования Респ. Беларусь. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 591, [1] с.: ил.
- 6 Станишевская, Л. В. Теория вероятностей : практикум / Л. В. Станишевская, Л. С. Барковская ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. экон. ун-т. - 5-е изд., перераб. доп. - Минск : БГЭУ, 2023. - 146 с.
- 7 Бугров, Я.С. Высшая математика в 3 т. Т.3 в 2 книгах. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного: Учебник / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 507 с.
- 8 Краснов, М.Л. Функции комплексного переменного: Задачи и примеры с подробными решениями / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. - М.: Ленанд, 2018. - 206 с.
- 9 Численные методы / Под ред. Лапчика М.П.. - М.: Academia, 2017. - 608 с.
- 10 Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2016. - 352 с.

Дополнительная:

- 11 Высшая математика : практикум для студентов экономических специальностей вузов : в 2 ч. / Министерство образования Республики

- Беларусь, УО "Белорусский государственный экономический университет". – Минск : БГЭУ, 2008–2011. – Ч. 1 / [А. В. Конюх и др.]. – 2008. – 253 с.
- 12 Высшая математика : практикум для студентов экономических специальностей вузов : в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь, УО "Белорусский государственный экономический университет". – Минск : БГЭУ, 2008–2011. – Ч. 2 / [В. В. Косьянчук и др.]. – 2011. – 234, [1] с.
- 13 Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для прикладного бакалавриата : для студентов высших учебных заведений всех направлений и специальностей / В. Е. Гмурман. – 11-е издание. – М.: Юрайт, 2020. – 416 с.
- 14 Письменный, Д. Т. Сборник задач по высшей математике : С контрольными работами : 2 курс : учебное пособие / Д. Т. Письменный. – М.: Айрис-пресс. 2019. – 589 с.
- 15 Ильин, В. А. Высшая математика : учебник / В. А. Ильин, А. В. Куркина. – 3-е издание. – М.: Проспект, 2020. – 176 с.
- 16 Шапкин, А. С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию : учеб. пособие / В. А. Шапкин, А. С. Шапкин. – М.: Дашков и К°, 2015. – 432 с.
- 17 Кундышева, Е. С. Математика: учебник для экономистов / Е. С. Кундышева. – М.: Дашков и К°, 2015. – 562 с. -
- 18 Мачулис, В. В. Высшая математика: учебное пособие для вузов / В. В. Мачулис. – М.: Юрайт, 2016. – 306 с.
- 19 Сборник задач по высшей математике : с контрольными работами / К. Н. Лунгу [и др.]. – 10-е изд. – М. : Айрис-пресс, 2017–. – (Высшее образование). – Ч. 1: [Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Основы математического анализа. Комплексные числа]. – 2017. – 574, [1] с.
- 20 Сборник задач по теории вероятностей и математической статистике : пособие для специальностей 1-й ступени высшего образования, закрепленных за УМО / [Т. М. Кривоносова и др.]. – Минск : БГУИР, 2017. – 67 с.

**Перечень вопросов для проведения экзамена
по дисциплине «Высшая математика»
(1-й семестр)**

1. Логические символы. Основы теории множеств. Функции, бинарное отношение, фактор-множество.
2. Числовые множества: натуральные, целые, рациональные, действительные числа. Счетные множества. Метод математической индукции. Бином Ньютона. Лемма Цорна.
3. Комплексные числа.
4. Векторные пространства, базис линейного пространства. Теорема о существовании базиса.
5. Эквивалентные системы векторов. Теорема о мощности системы векторов в конечномерном векторном пространстве.
6. Перестановки, циклы, транспозиции.
7. Матрицы и операции над ними.
8. Определитель матрицы, его свойства.
9. Минор, алгебраическое дополнение элемента. Разложение определителя по строке (столбцу). Теорема Лапласа. Определитель произведения матриц.
10. Обратная матрица, элементарные преобразования. Метод элементарных преобразований для нахождения обратной матрицы.
11. Ранг матрицы, его свойства. Метод окаймляющих миноров.
12. Линейная зависимость строк (столбцов). Теорема о базисном миноре и ее следствия.
13. Системы линейных алгебраических уравнений. Правило Крамера.
14. Теорема Кронекера-Капелли.
15. Общее решение однородной системы линейных алгебраических уравнений. Фундаментальная система решений.
16. Метод последовательных исключений Жордана-Гаусса.
17. Координаты, матрица перехода.
18. Линейные преобразования векторных пространств, матрица линейного преобразования. Теоремы о матрицах линейных преобразований.
19. Евклидовы пространства, скалярное произведение. Неравенства Коши-Буняковского и треугольника.
20. Ортогональная и ортонормированная системы векторов, метод ортогонализации Грама-Шмидта.
21. Характеристические корни и собственные векторы. Теоремы о собственных значениях и собственных векторах вещественной симметрической матрицы.
22. Теоремы о подобии вещественной симметрической матрицы диагональной матрице.
23. Теорема о собственных векторах вещественной симметрической матрицы, относящихся к различным собственным значениям. Метод

- ортогонального преобразования действительной симметрической матрицы к каноническому виду
24. Действительные квадратичные формы. Метод ортогонального преобразования для приведения квадратичной формы к каноническому виду.
 25. Знакоопределенные и неопределенные квадратичные формы. Закон инерции, критерий Сильвестра.
 26. Аффинные пространства. Квадрики. Аффинные преобразования координат.
 27. Уравнение квадрики при аффинном преобразовании координат. Инварианты квадрики при аффинных преобразованиях координат.
 28. Преобразование уравнения центральной квадрики к каноническому виду.
 29. Преобразование уравнения нецентральной квадрики к каноническому виду.
 30. Классификация коник.
 31. Классификация поверхностей второго порядка.
 32. Прямая на плоскости, различные виды ее уравнения.
 33. Векторы в пространстве, векторное и смешанное произведения и их свойства.
 34. Плоскость в пространстве, различные виды ее уравнения. Угол между плоскостями. Уравнение плоскости, проходящей через три неколлинеарные точки.
 35. Прямая в пространстве, различные виды ее уравнения. Угол между прямыми.
 36. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве. Угол между прямой и плоскостью.
 37. Взаимное расположение двух прямых в пространстве. Общий перпендикуляр для двух скрещивающихся прямых, расстояние между ними.
 38. Числовая последовательность. Предел последовательности. Основные теоремы о пределах последовательностей.
 39. Теорема Вейерштрасса. Неперово число ϵ . Верхний и нижний пределы последовательности.
 40. Предел функции, основные теоремы о пределах функций. Бесконечные пределы и пределы на бесконечности.
 41. Замечательные пределы.
 42. Бесконечно малые функции и основные теоремы о них.
 43. Сравнение бесконечно малых функций.
 44. Непрерывность функции. Элементарные функции. Теорема об элементарных функциях и ее следствия.
 45. Точки разрыва и их классификация. Теоремы о функции, непрерывной на отрезке.
 46. Производная функции, ее геометрический и экономический смыслы. Уравнения касательной и нормали к графику функции. Непрерывность дифференцируемой функции.

47. Основные правила дифференцирования функций.
48. Производные основных элементарных функций.
49. Производная функции, заданной неявно и параметрически. Логарифмическое дифференцирование.
50. Производные функций высших порядков, в том числе функций, заданных неявно и параметрически.
51. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Формулы дифференциалов. Инвариантность первого дифференциала. Применение дифференциала к приближенным вычислениям.
52. Дифференциалы высших порядков, их свойства.
53. Теоремы о дифференцируемых функциях (Ферма, Ролля, Коши, Лагранжа).
54. Правило Лопиталья-Бернулли, раскрытие неопределенностей различного вида.
55. Формулы Тейлора с различными видами остаточного члена.
56. Необходимые и достаточные условия монотонности и экстремума функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
57. Выпуклость, точки перегиба.
58. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции. ___

**Перечень вопросов для проведения экзамена
по дисциплине «Высшая математика»
(2-й семестр)**

1. Функция нескольких переменных (ФНП). Открытое, замкнутое, ограниченное множество; замыкание, граница множества в n -мерном евклидовом пространстве. Предел ФНП.
2. Повторные пределы. Свойства пределов ФНП. Непрерывность ФНП. Свойства ФНП на компакте.
3. Частные производные ФНП, геометрический смысл частных производных функции двух переменных, частные производные высших порядков. Теорема Шварца.
4. Полный дифференциал ФНП, необходимое и достаточное условия дифференцируемости. Применение полного дифференциала к приближенным вычислениям.
5. Дифференцирование сложных и неявно заданных функций. Инвариантность формы первого дифференциала.
6. Производная по направлению и ее свойства. Градиент функции и его геометрический смысл. Касательная плоскость и нормаль к поверхности, их уравнения.
7. Дифференциалы высших порядков ФНП. Формулы Тейлора для ФНП.
8. Экстремум ФНП, необходимое и достаточное условия экстремума. Достаточное условие строгого экстремума для функции двух переменных.
9. Относительный экстремум, необходимое условие локального относительного экстремума. Функция Лагранжа.
10. Достаточное условие локального относительного экстремума. Алгоритм вычисления точек локального экстремума.
11. Метод исследования точек условного локального экстремума для функции от двух переменных с одним уравнением связи. Наибольшее и наименьшее значения функции в заданной области.
12. Метод наименьших квадратов.
13. Первообразная, неопределенный интеграл и его свойства. Основные неопределенные интегралы.
14. Методы вычисления неопределенных интегралов: подстановка (замена переменной), интегрирование по частям.
15. Интегрирование дробно-рациональных функций.
16. Интегрирование тригонометрических функций.
17. Интегрирование иррациональных функций (подстановки Эйлера, Чебышева).
18. Определенный интеграл, его геометрический смысл и свойства. Теорема Барроу и формула Ньютона-Лейбница.
19. Методы вычисления определенного интеграла: замена переменной и интегрирование по частям.

20. Несобственные интегралы первого и второго рода, критерий сходимости Коши, абсолютная и условная сходимость.
21. Признаки сходимости несобственных интегралов.
22. Приложения определенного интеграла: вычисление площадей плоских фигур, длины дуг.
23. Приложения определенного интеграла: вычисление площадей поверхности вращения, объемов тел, экономическое приложение определенного интеграла.
24. Числовой ряд и его сумма, действия над рядами, простейшие свойства числовых рядов, необходимое условие сходимости ряда.
25. Достаточные условия сходимости рядов с неотрицательными членами: признаки сравнения и признак Даламбера.
26. Достаточные условия сходимости рядов с неотрицательными членами: признаки сходимости Коши числовых рядов с неотрицательными членами.
27. Знакопеременные ряды, признаки Дирихле и Абеля. Знакопеременяющиеся ряды, признак Лейбница.
28. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Теоремы Римана и Дирихле. Основные свойства абсолютно сходящихся рядов.
29. Функциональные ряды, область сходимости и сумма ряда. Поточечная и равномерная сходимость функциональных рядов. Критерий Коши.
30. Абсолютная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса об абсолютной и равномерной сходимости. Свойства функциональных рядов.
31. Степенные ряды, теорема Абеля, радиус и область сходимости степенного ряда.
32. Признаки Даламбера и Коши для нахождения радиуса сходимости степенных рядов.
33. Теорема о сумме степенного ряда.
34. Теорема о почленном интегрировании степенного ряда.
35. Теорема о почленном дифференцировании степенного ряда.
36. Обыкновенные дифференциальные уравнения, задачи Коши, теорема о существовании и единственности решения задачи Коши, общее решение и общий интеграл ОДУ.
37. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
38. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
39. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка, метод Лагранжа.
40. Уравнение Бернулли, метод Бернулли.
41. Уравнение в полных дифференциалах, условие тотальности.
42. Линейные дифференциальные уравнения n -ого порядка, линейный дифференциальный оператор, его свойства. Линейная зависимость функций на интервале. Примеры линейно-независимых функций.
43. Вронскиан функций и их линейная зависимость.

44. Фундаментальная система решений ОДУ n -ого порядка, теорема о фундаментальной системе решений. Общее решение неоднородного ОДУ n -ого порядка.
45. Метод Лагранжа вариации произвольной постоянной для нахождения частного решения неоднородного ОДУ n -ого порядка.
46. Линейные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Решение однородного линейного уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами, соответствующее корню характеристического многочлена кратности k .
47. Теорема об общем решении линейного ОДУ n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Переход от комплекснозначной к действительной фундаментальной системе решений.
48. Частное решение линейного ОДУ n -ого порядка с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.

**Перечень вопросов для проведения экзамена
по дисциплине «Высшая математика»
(3-й семестр)**

1. Классическое определение вероятности и ее свойства.
2. Статистическое определение вероятности.
3. Теорема сложения вероятностей для несовместных событий и ее следствия.
4. Теорема сложения вероятностей для совместных событий.
5. Определение условной вероятности. Теорема умножения вероятностей.
6. Формула полной вероятности и формула Байеса.
7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли.
8. Локальная и интегральная теорема Лапласа.
9. Дискретная случайная величина, ее закон распределения.
10. Сумма и произведение случайных величин. Независимые случайные величины.
11. Математическое ожидание ДСВ, его свойства и вероятностный смысл.
12. Дисперсия ДСВ, ее смысл и свойства.
13. Биномиальное распределение.
14. Распределение Пуассона.
15. Функция распределения случайной величины, ее свойства.
16. Определение непрерывной случайной величины. Плотность вероятности случайной величины, ее свойства.
17. Равномерное распределение.
18. Показательное распределение.
19. Нормальное распределение.
20. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
21. Распределение хи-квадрат, Стьюдента и Фишера-Снедекора.
22. Неравенства Маркова и Чебышева.
23. Теорема Чебышева. Закон больших чисел в форме Чебышева.
24. Теорема Бернулли. Закон больших чисел в форме Бернулли.
25. Теорема Ляпунова.
26. Генеральная и выборочная совокупность. Вариационный ряд. Полигон частот.
27. Интервальный вариационный ряд. Гистограмма частот и частостей.
28. Числовые характеристики вариационных рядов (средние величины).
29. Показатели вариации вариационных рядов.
30. Понятие точечной оценки. Несмещенность, эффективность и состоятельность точечных оценок.
31. Несмещенная и состоятельная оценка генеральной средней (повторная и бесповторная выборки).
32. Несмещенная и состоятельная оценка генеральной дисперсии.
33. Несмещенная и состоятельная оценка генеральной доли.
34. Интервальное оценивание параметров распределений. Получение доверительного интервала для генеральной средней.

35. Интервальное оценивание параметров распределений. Получение доверительного интервала для генеральной доли.
36. Функциональная и статистическая зависимости. Уравнение регрессии. Основные задачи корреляционного и регрессионного анализа.
37. Выборочный коэффициент линейной корреляции. Его свойства.
38. Вывод уравнения прямой регрессии методом наименьших квадратов. Проверка значимости уравнения регрессии.
39. Множественный корреляционный анализ. Множественный коэффициент корреляции и детерминации. Частные коэффициенты корреляции.
40. Уравнение множественной регрессии, проверка его значимости.
41. Проверка статистических гипотез. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Общая схема проверки статистической гипотезы.
42. Проверка гипотезы о значении неизвестного математического ожидания при известной и неизвестной дисперсии.
43. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух генеральных совокупностей.
44. Проверка гипотезы о равенстве генеральных средних двух совокупностей при известных дисперсиях и при неизвестных, но равных.
45. Критерий хи-квадрат Пирсона.

Перечень лабораторных занятий
(тем лабораторных работ)

1. Структура пакета «STATISTICA».
2. Моделирование распределений случайных величин в пакете «STATISTICA».
3. Первичная обработка данных оценивания параметров распределений.
4. Корреляционный анализ.
5. Регрессионный анализ.
6. Однофакторный дисперсионный анализ.

**Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий,
методических указаний и материалов, технических средств обучения,
оборудования для выполнения лабораторных работ**

1. Пакет «STATISTICA».

Организация самостоятельной работы студентов

Для получения компетенций по учебной дисциплине важным этапом является самостоятельная работа студентов.

На самостоятельную работу обучающегося дневной формы получения образования отводится 296 часов.

Основной теоретический материал излагается на лекциях и закрепляется на практических занятиях. Текущий контроль осуществляется путем опроса на практических занятиях, проведения самостоятельных и выполнения индивидуальных заданий. В течение каждого семестра предусматривается проведение по одной двухчасовой расчетно-графической работе. Итоговый контроль осуществляется в виде семестровых экзаменов.

В овладении знаниями учебной дисциплины важным этапом является самостоятельная работа студентов. Рекомендуется бюджет времени для самостоятельной работы в среднем 2-2,5 часа на 2-х часовое аудиторное занятие. Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

- 1) первоначально подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- 2) ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам, наличием ее в библиотеке и других доступных источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- 3) изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций;
- 4) подготовка к практическим занятиям с изучением основной и дополнительной литературы;
- 5) подготовка к выполнению диагностических форм контроля (расчетно-графические работы, тесты, коллоквиумы, контрольные работы и т.п.);
- 6) подготовка к экзаменам.

Контроль качества усвоения знаний

Диагностика качества усвоения знаний проводится в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для диагностики компетенций по учебной дисциплине «Высшая математика» могут использоваться следующие формы: устная, письменная, устно-письменная и техническая.

К устной форме диагностики компетенций относятся опросы; доклады на практических занятиях и др.

К письменной форме диагностики компетенций относятся тесты, контрольные работы, расчетно-графические работы, рефераты, деловые игры и др.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся презентации, отчеты по домашним заданиям с их устной защитой и др.

К технической форме диагностики компетенций относятся электронные тесты и др.

Результат текущего контроля за семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра.

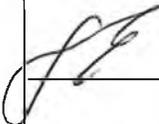
Требования к обучающемуся при прохождении промежуточной аттестации.

Обучающиеся допускаются к промежуточной аттестации по учебной дисциплине при условии успешного прохождения текущей аттестации (выполнения мероприятий текущего контроля) по учебной дисциплине, предусмотренной в текущем семестре данной учебной программой. Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов.

Методика формирования отметки по учебной дисциплине

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний, умений и навыков студентов БГЭУ.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ
УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

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)
1	2	3	4
Статистика	Статистики	Замечаний и предложений нет Заведующий кафедрой статистики, доктор экон. наук, доцент  Н.В. Агабекова	Учебную программу по учебной дисциплине «Высшая математика» рекомендовать к утверждению (протокол № 8 от 27 марта 2024). Заведующий кафедрой высшей математики, канд. физ.-мат. наук, доцент  А.В.Марков
Эконометрика	Математических методов и моделей	Замечаний и предложений нет Заведующий кафедрой математических методов и моделей, доктор экономических наук, профессор  Г.О. Читая	