

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О. Н. Здрок
« 25 » июня 2020 г.

Регистрационный № УД- 8774 /уч.



ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направления специальности

- | | |
|---------------|---|
| 1-31 05 01-01 | Химия (научно-производственная деятельность) |
| 1-31 05 01-02 | Химия (научно-педагогическая деятельность) |
| 1-31 05 01-03 | Химия (фармацевтическая деятельность) |
| 1-31 05 01-05 | Химия (радиационная, химическая и биологическая защита) |

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01-2013, типовой программы ТД-G 471/тип от 10.03.2014 и учебных планов № G 31-141/уч. от 28.06.2013, № G 31-152/уч., № G 31-153/уч., № G 31-155/уч. от 30.05.2013, № G 31и-201/уч., № G 31и-202/уч., № G 31и-203/уч. от 30.05.2014

СОСТАВИТЕЛИ:

С. А. Самаль, заведующий кафедрой общей математики и информатики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, профессор;

Н. С. Коваленко, профессор кафедры общей математики и информатики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

Н. А. Дегтяренко, доцент кафедры общей математики и информатики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

В. М. Демиденко, профессор кафедры высшей математики факультета цифровой экономики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей математики и информатики механико-математического факультета БГУ
(протокол № 9 от 30.03.2020);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 5 от 17.06.2020)

Зав. кафедрой ОМиИ,
доктор экономических наук,
профессор



Самаль С.А.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Курс высшей математики является основой физико-математической подготовки специалистов-химиков университетского профиля.

Основной целью преподавания учебной дисциплины «Высшая математика» является подготовка студентов к использованию современного математического аппарата в качестве эффективного инструмента для решения научных и практических задач в области химических, а также смежных дисциплин, таких как: «Физика», «Основы информационных технологий», «Общая химическая технология», «Технология лекарств», «Математическое моделирование химических процессов».

Основные задачи преподавания учебной дисциплины:

- сформировать у студентов представление о современном математическом аппарате, необходимом для решения теоретических и практических задач в будущей профессиональной деятельности;
- привить умение самостоятельно расширять математические знания, пользоваться справочной литературой по математике и ее приложениям в практической и исследовательской работе;
- развить следующие личностные качества, необходимые для решения научных и прикладных задач: логическое мышление, аналитические способности, интеллект, интерес к формально-модельному описанию и изучению действительности с помощью языка, средств и методов современной математики.

Место учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Высшая математика» относится к циклу общенаучных и общепрофессиональных дисциплин государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Высшая математика» основана на школьной учебной дисциплине «Математика». Она необходима для изучения специальных (химических) а также смежных дисциплин, таких как: «Физика», «Информационные технологии», «Общая химическая технология», «Технология лекарств», «Математическое моделирование химических процессов», формирующих навыки работы с профессиональной информацией.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Высшая математика» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных компетенций:

Специальность 1-31 05 01 Химия (по направлениям)

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

профессиональные компетенции:

- ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.
- ПК-4. Применять методы прикладной квантовой химии, молекулярной динамики и математического моделирования для предсказания свойств химических систем и их поведения в химических процессах.
- ПК-15. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- элементы теории множеств и математической логики;
- матричное исчисление, методы решения алгебраических уравнений и их систем;
- методы векторной алгебры, аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики, математического анализа в применении к функции одной и нескольких действительных переменных;
- численные методы в применении к решению задач химического содержания;
- естественнонаучный смысл дифференцирования и интегрирования, смысл критических и стационарных точек функции по отношению к первой производной функции и производным более высоких порядков в задачах химического содержания, решение задач на уравнение материального баланса, задач о диссоциации и экстракции, других задач специального содержания;

уметь:

- использовать понятийный аппарат матричного исчисления и применять методы линейной алгебры, методы решения алгебраических уравнений и их систем;
- применять методы векторной алгебры, методы решения дифференциальных уравнений и ряда задач математической физики, математического анализа в применении к функции одной и нескольких действительных переменных;
- давать геометрическую интерпретацию функциональных зависимостей на плоскости и в пространстве;
- применять методы теории вероятностей для математического моделирования случайных величин и нахождения их числовых характеристик;
- применять методы теории статистического оценивания, проверки статистических гипотез, регрессионного и корреляционного анализа;

владеть:

- математическим аппаратом матричного исчисления и линейной алгебры для решения задач о составе сложных смесей и прямой задачи химической кинетики, методами решения алгебраических уравнений и их систем;
- навыками построения и анализа графиков функциональных зависимостей на плоскости и в пространстве;
- приложениями математического анализа в химии;
- приложениями дифференциальных уравнений и их систем в химии;
- вероятностно-статистическими методами математической обработки и анализа результатов химического эксперимента.

Учебная программа учитывает современные потребности смежных и специальных дисциплин в математическом образовании студентов, и состоит из четырех основных разделов: основ алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики. При изложении курса математики необходимо соблюдать баланс в отношении полноты и математической строгости предлагаемого для изучения материала. В связи с этим те положения учебной программы, которые носят рекомендательный характер в зависимости от потребностей смежных и специальных учебных дисциплин, даются в квадратных скобках. Эти положения могут быть отражены в форме самостоятельной или реферативной работы студентов. В зависимости от специализации и уровня математической подготовленности аудитории отдельным разделам учебной дисциплины может посвящаться иное количество часов по сравнению с тем, которое указано в учебной программе. Организация процесса обучения студентов предполагает аудиторную форму работы (лекционные и практические занятия, консультации) и самостоятельную работу студентов, в том числе УСР. При чтении лекционного курса и проведении практических и семинарских занятий рекомендуется использование междисциплинарного подхода.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в I и во II семестрах дневной формы получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Высшая математика» отведено: 346 часов, в том числе 176 аудиторных часов, из них: лекции – 80 часов, практические занятия – 84 часа, управляемая самостоятельная работа – 12 часов.

В I семестре всего отведено: 184 часа, в том числе 92 аудиторных часа, из них: лекции – 42 часа, практические занятия – 44 часа, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Во II семестре всего отведено: 162 часа, в том числе 84 аудиторных часа, из них: лекции – 38 часов, практические занятия – 40 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 9 зачетных единиц (4,5 з. ед. в I семестре и 4,5 з. ед. во II семестре).

Форма текущей аттестации – экзамен в каждом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Тема 1.1. Комплексные числа

Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами. Формула Муавра, извлечение корня n -ной степени ($n \in \mathbb{N}$) из комплексного числа.

Тема 1.2. Элементы линейной алгебры

Матрицы и определители. Основные определения. Основные операции над матрицами и их свойства. Определители n -го порядка: правила вычисления и основные свойства. Обратная матрица. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений. Основные определения. Формы записи линейных систем. Методы исследования систем линейных алгебраических уравнений на совместность и определенность. Методы решения систем: матричный, Крамера, Гаусса. [Задачи о приготовлении сложных смесей.]

Тема 1.3. Элементы векторной алгебры

Определение вектора. Линейные операции над векторами. Линейная зависимость (независимость) векторов. Векторный базис. Координаты вектора. Ортогональная проекция вектора на ось. Орты. Направляющие косинусы вектора. Радиус-вектор точки. Аффинные и прямоугольные координаты точки. Скалярное и векторное умножение двух векторов: определения, основные свойства и формулы, приложения в естествознании. Смешанное умножение трех векторов: определение, основные свойства и формулы, приложения в естествознании, связь с линейной зависимостью трех векторов в трехмерном пространстве.

Тема 1.4. Координатный метод. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в трехмерном пространстве

Действительные числа как координаты точек на прямой. Прямоугольные координаты на плоскости и в пространстве. Преобразование координат на плоскости: параллельный перенос и поворот осей координат. Координаты центра масс. Деление отрезка в заданном отношении. Полярные координаты на плоскости, цилиндрические и сферические координаты в пространстве. Аффинная система координат. [Задачи о кристаллической решетке]. Прямая на плоскости: различные виды уравнения прямой на плоскости; взаимное расположение двух прямых; расстояние от точки до прямой. Линии второго порядка на плоскости: эллипс, гипербола, парабола; их канонические уравнения и основные свойства; классификация линий второго порядка. Плоскость и прямая в пространстве: различные виды уравнения плоскости и уравнения прямой в трехмерном пространстве; взаимное расположение двух плоскостей, двух прямых, прямой и плоскости; расстояние от точки до плоскости. Поверхности в трехмерном пространстве: понятие об уравнении поверхности; канонические уравнения основных поверхностей в трехмерном пространстве. Метод сечений для исследования формы поверхности. [Классификация поверхностей второго порядка в трехмерном пространстве.]

РАЗДЕЛ II. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Тема 2.1. Функция одной действительной переменной. Концепция предела

Функции: основные понятия и определения, способы задания, характеристики функций. Обратная функция, сложная функция, элементарные функции. Числовые последовательности как функции натурального аргумента. Предел последовательности. Основные свойства пределов последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Число e как предел последовательности. Предел функции в точке. Односторонние пределы функции в точке. Предел функции при стремлении аргумента к бесконечности. Бесконечно малые (бесконечно большие) функции при стремлении аргумента к конечному числу или к бесконечности, сравнение бесконечно малых (бесконечно больших) функций. Основные свойства пределов функций. Замечательные пределы. Непрерывность (разрывность) функции в точке. Классификация точек разрыва. Свойства непрерывных функций.

Тема 2.2. Производная и дифференциал функции одной переменной и их приложения

Производная функции одной переменной: определение, геометрический смысл, смысл производной в задачах естествознания. Таблица производных элементарных функций. Основные правила дифференцирования. Дифференцирование сложной функции, неявной, заданной параметрическим способом. Производные высших порядков и их смысл в задачах естествознания. Дифференциал функции одной переменной: определение, геометрический смысл, свойства и правила нахождения дифференциалов, приложения в приближенных вычислениях. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя–Бернулли для раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора. Исследование функций и построение их графиков: возрастание (убывание) функций, экстремумы, выпуклость вверх (выпуклость вниз) графика функции, точки перегиба графика функции. Смысл критических и стационарных точек функции по отношению к первой производной функции и производным более высоких порядков в задачах химического содержания. [Глобальный экстремум].

Тема 2.3. Интегрирование функции одной переменной. Приложения

Первообразная, неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных неопределенных интегралов. Метод замены переменной. Формула интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций, тригонометрических функций. Некоторые приемы интегрирования иррациональных функций. Интегралы, не выражаемые в элементарных функциях. Определение, геометрический смысл и основные свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом интегрирования, теорема Барроу, формула Ньютона–Лейбница. Методы вычисления определенных интегралов. Примеры приложений определенного

интеграла в геометрических задачах и задачах специального содержания. Несобственные интегралы: интегралы по бесконечным промежуткам интегрирования, интегралы от неограниченных функций. Абсолютная сходимость несобственного интеграла. Примеры вычисления несобственных интегралов.

Тема 2.4. Функции нескольких действительных переменных

Определение функции нескольких действительных переменных, примеры использования таких функций в естествознании. Область определения функции нескольких переменных, график функции двух переменных, основные понятия и определения. Предел функции двух переменных в точке. Непрерывность функции двух переменных. Частные производные функции нескольких переменных первого и высших порядков. Смысл частных производных функции двух переменных в задачах естествознания, их геометрический смысл. Частные дифференциалы и полный дифференциал функции нескольких переменных, приложения в приближенных вычислениях. Производная сложной функции нескольких переменных. Производная функции двух переменных, заданной неявно. [Касательная к пространственной линии, касательная плоскость, нормаль к поверхности.] Элементы теории поля: производная по направлению, градиент, физико-химические приложения. Экстремум функции двух переменных: необходимые и достаточные условия существования локального экстремума. [Глобальный экстремум. Интерполяция и аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов, его применение к решению обратной задачи химической кинетики.] Интегральное исчисление функций нескольких переменных: двойной интеграл (определение, свойства, вычисление, замена переменных, приложения), тройной интеграл (определение, свойства, вычисление, замена переменных, приложения). [Криволинейные интегралы по длине дуги и по координатам. Операторы Лапласа и Гамильтона. Элементы теории скалярных и векторных полей].

Тема 2.5. Ряды

Числовой ряд. Сходимость (расходимость) числового ряда. Остаток ряда. Необходимое условие сходимости. Признаки сходимости рядов с положительными членами: признак Даламбера, радикальный и интегральный признаки Коши, признаки сравнения рядов. Обобщенный гармонический ряд, геометрический ряд. Знакопеременные ряды, признак Лейбница. Ряд Лейбница. Знакопеременные ряды. Абсолютная сходимость, условная сходимость. Действия над рядами. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и интервал сходимости. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложения основных элементарных функций в степенные ряды. Приложения степенных рядов. Ряды Фурье. Теорема Дирихле. Формулы для вычисления коэффициентов ряда Фурье для $2l$ – периодической функции. Ряды Фурье для четных (нечетных) периодических функций. Ряды Фурье в комплексной форме.

РАЗДЕЛ III. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Тема 3.1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка

Основные понятия и определения. Задача Коши. Общее решение. Частное решение. Особое решение. Существование и единственность решения. Дифференциальные уравнения первого порядка: с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах. Математическое моделирование простых реакций при аналитическом решении прямой задачи химической кинетики, радиоактивный распад. Приближенное решение дифференциальных уравнений с помощью рядов.

Тема 3.2. Обыкновенные дифференциальные уравнения второго и высших порядков

Основные понятия и определения. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейно независимые (линейно зависимые) функции. Функциональный определитель Вронского. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго и высших порядков. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго и высших порядков с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. [Решение систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений, заданных в нормальной форме. Применение к математическому моделированию многостадийных реакций при аналитическом решении прямой задачи химической кинетики].

Тема 3.3. Дифференциальные уравнения с частными производными

Основные понятия и определения. Линейные уравнения второго порядка: волновое уравнение, уравнение теплопроводности.

РАЗДЕЛ IV. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Тема 4.1. Элементы теории множеств и элементы комбинаторики

Множества, отношения между ними и основные операции над ними. Комбинаторный принцип умножения, комбинаторный принцип сложения, перестановки, размещения, сочетания.

Тема 4.2. Случайные события

Предмет теории вероятностей. Математические модели случайных процессов в практике химических экспериментов и в построении экологических проектов. Эксперимент, событие, пространство элементарных исходов эксперимента: основные понятия и определения. Операции над событиями. Вероятность события. Классическое, статистическое и

геометрическое определение вероятности события, свойства вероятности. Аксиомы теории вероятностей, вероятностное пространство. Свойства операций сложения и умножения событий. Теоремы сложения вероятностей. Условная вероятность. Теоремы умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формулы Байеса. Повторение испытаний: классическая схема Бернулли и ее предельные случаи.

Тема 4.3. Случайные величины

Основные понятия и определения. Типы случайных величин (СВ) и способы их задания. Функция распределения СВ и ее свойства. Дискретные СВ. Непрерывные (абсолютно непрерывные) СВ. Плотность распределения вероятностей непрерывной СВ и ее основные свойства, их геометрическая интерпретация. Числовые характеристики СВ (характеристики положения: математическое ожидание, мода, медиана, квантили; характеристики рассеяния: дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации; начальные и центральные моменты различных порядков). Некоторые законы распределения СВ и их применения в задачах естествознания. Дискретные СВ: биномиальное распределение, распределение Пуассона, геометрическое распределение. Непрерывные СВ: равномерное, показательное (экспоненциальное) и нормальное распределения. Дифференциальная и интегральная функции Лапласа. Интеграл Эйлера–Пуассона. Правило трех сигм.

Тема 4.4. Закон больших чисел, предельные теоремы

Неравенство Чебышева. Теорема Бернулли. Теорема Чебышева. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.

Тема 4.5. Первоначальная статистическая обработка экспериментальных данных

Предмет и задачи математической статистики. Выборочный метод. Генеральная и выборочная совокупности, способы случайного отбора. Вероятностная модель выборки. Дискретный и интервальный вариационные ряды. Статистическое распределение и его основные числовые характеристики. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Графическое изображение вариационных рядов: гистограмма, полигон частот (относительных частот), кумулята.

Тема 4.6. Статистическое оценивание

Статистические оценки неизвестных параметров распределения и общие требования, предъявляемые к ним. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии СВ. Интервальные оценки числовых характеристик СВ: построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины. Предельная ошибка и необходимый объем выборки. Некоторые статистические распределения (Стьюдента, Пирсона) и их применение к интервальному оцениванию неизвестных параметров распределения. Задачи о выбраковке результатов химического анализа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы; перечень изучаемых вопросов | Количество аудиторных часов | | | | | | Формы контроля знаний |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное | Количество часов УСР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I. | ОСНОВЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ | 17 | 17 | | | | 3 | |
| 1.1. | Комплексные числа. Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами. Формула Муавра, извлечение корня n -ной степени ($n \in \mathbf{N}$) из комплексного числа. | | 2 | | | | | устный опрос |
| 1.2. | Элементы линейной алгебры. Матрицы и определители. Основные определения. Основные операции над матрицами и их свойства. Определители n -го порядка: правила вычисления и основные свойства. Обратная матрица. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений. Основные определения. Формы записи линейных систем. Методы исследования систем линейных алгебраических уравнений на совместность и определенность. Методы решения систем: матричный, Крамера, Гаусса. [Задачи о приготовлении смесей.] | 6 | 5 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|---|--|--|--|---|--------------------|
| 1.3. | <p>Элементы векторной алгебры. Определение вектора. Линейные операции над векторами. Линейная зависимость (независимость) векторов. Векторный базис. Координаты вектора. Ортогональная проекция вектора на ось. Орты. Направляющие косинусы вектора. Радиус-вектор точки. Аффинные и прямоугольные координаты точки. Скалярное и векторное умножение двух векторов: определения, основные свойства и формулы, приложения в естествознании. Смешанное умножение трех векторов: определение, основные свойства и формулы, приложения в естествознании, связь с линейной зависимостью трех векторов в трехмерном пространстве.</p> | 5 | 4 | | | | 1 | контрольная работа |
| 1.4. | <p>Координатный метод. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в трехмерном пространстве. Действительные числа как координаты точек на прямой. Прямоугольные координаты на плоскости и в пространстве. Преобразование координат на плоскости: параллельный перенос и поворот осей координат. Координаты центра масс. Деление отрезка в заданном отношении. Полярные координаты на плоскости, цилиндрические и сферические координаты в пространстве. Аффинная система координат. [Задачи о кристаллической решетке]. Прямая на плоскости: различные виды уравнения прямой на плоскости; взаимное расположение двух прямых; расстояние от точки до прямой. Линии второго порядка на плоскости: эллипс, гипербола, парабола; их канонические уравнения и основные свойства; классификация линий второго порядка. Плоскость</p> | 6 | 6 | | | | 1 | реферат |

| | | | | | | | | |
|------------|---|-----------|-----------|--|--|--|----------|--------------------|
| | и прямая в пространстве: различные виды уравнения плоскости и уравнения прямой в трехмерном пространстве; взаимное расположение двух плоскостей, двух прямых, прямой и плоскости; расстояние от точки до плоскости. Поверхности в трехмерном пространстве: понятие об уравнении поверхности; канонические уравнения основных поверхностей в трехмерном пространстве. Метод сечений для исследования формы поверхности. [Классификация поверхностей второго порядка.] | | | | | | | |
| II. | МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ | 36 | 38 | | | | 5 | |
| 2.1. | Функция одной действительной переменной. Концепция предела. Функции: основные понятия и определения, способы задания, характеристики функций. Обратная функция, сложная функция, элементарные функции. Числовые последовательности как функции натурального аргумента. Предел последовательности. Основные свойства пределов последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Число e как предел последовательности. Предел функции в точке. Односторонние пределы функции в точке. Предел функции при стремлении аргумента к бесконечности. Бесконечно малые (бесконечно большие) функции при стремлении аргумента к конечному числу или к бесконечности, сравнение бесконечно малых (бесконечно больших) функций. Основные свойства пределов функций. Замечательные пределы. Непрерывность (разрыв- | 6 | 5 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|----|--|--|--|---|---------------------------------|
| | ность) функции в точке. Классификация точек разрыва. Свойства непрерывных функций. | | | | | | | |
| 2.2. | <p>Производная и дифференциал функции одной переменной и их приложения.</p> <p>Производная функции одной переменной: определение, геометрический смысл, смысл производной в задачах естествознания. Таблица производных элементарных функций. Основные правила дифференцирования. Дифференцирование сложной функции, неявной, заданной параметрическим способом. Производные высших порядков и их смысл в задачах естествознания. Дифференциал функции одной переменной: определение, геометрический смысл, свойства и правила нахождения дифференциалов, приложения в приближенных вычислениях. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя–Бернулли для раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора. Исследование функций и построение их графиков: возрастание (убывание) функций, экстремумы, выпуклость вверх (выпуклость вниз) графика функции, точки перегиба графика функции. Смысл критических и стационарных точек функции по отношению к первой производной функции и производным более высоких порядков в задачах химического содержания. [Глобальный экстремум].</p> | 6 | 6 | | | | 1 | контрольная работа |
| 2.3. | <p>Интегрирование функции одной переменной. Приложения.</p> <p>Первообразная, неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных неопределенных интегралов. Метод замены переменной. Формула интегрирования по частям. Интегрирование рацио-</p> | 9 | 12 | | | | 1 | индивидуальное типовое задание, |

| | | | | | | | | |
|------|---|----|---|--|--|--|---|--------------------|
| | <p>нальных функций, тригонометрических функций. Некоторые приемы интегрирования иррациональных функций. Интегралы, не вычисляемые в квадратурах. Определение, геометрический смысл и основные свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом интегрирования, теорема Барроу, формула Ньютона – Лейбница. Методы вычисления определенных интегралов. Примеры приложений определенного интеграла в геометрических задачах и задачах специального содержания. Несобственные интегралы: интегралы по бесконечным промежуткам интегрирования, интегралы от неограниченных функций. Абсолютная сходимость несобственного интеграла. Примеры вычисления несобственных интегралов.</p> | | | | | | | |
| 2.4. | <p>Функции нескольких действительных переменных. Определение функции нескольких действительных переменных, примеры использования таких функций в естествознании. Область определения функции нескольких переменных, график функции двух переменных, основные понятия и определения. Предел функции двух переменных в точке. Непрерывность функции двух переменных. Частные производные функции нескольких переменных первого и высших порядков. Смысл частных производных функции двух переменных в задачах естествознания, их геометрический смысл. Частные дифференциалы и полный дифференциал функции нескольких переменных, приложения в приближенных вычислениях. Производная сложной функции нескольких переменных. Производная функции двух переменных, заданной</p> | 10 | 8 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|--|--|--|---|--------------------|
| | <p>неявно. [Касательная к пространственной линии, касательная плоскость, нормаль к поверхности.]</p> <p>Элементы теории поля: производная по направлению, градиент, физико-химические приложения. Экстремум функции двух переменных: необходимые и достаточные условия существования локального экстремума. [Глобальный экстремум. Интерполяция и аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов, его применение к решению обратной задачи химической кинетики.] Интегральное исчисление функций нескольких переменных: двойной интеграл (определение, свойства, вычисление, замена переменных, приложения), тройной интеграл (определение, свойства, вычисление, замена переменных, приложения). [Криволинейные интегралы по длине дуги и по координатам. Операторы Лапласа и Гамильтона. Элементы теории скалярных и векторных полей].</p> | | | | | | | |
| 2.5. | <p>Ряды.</p> <p>Числовой ряд. Сходимость (расходимость) числового ряда. Остаток ряда. Необходимое условие сходимости. Признаки сходимости рядов с положительными членами: признак Даламбера, радикальный и интегральный признаки Коши, признаки сравнения рядов. Обобщенный гармонический ряд, геометрический ряд. Знакопеременные ряды, признак Лейбница. Ряд Лейбница. Знакопеременные ряды. Абсолютная сходимость, условная сходимость. Действия над рядами. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и интервал сходимости. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложения основных элементарных</p> | 5 | 7 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|-----------|-----------|--|--|--|----------|--------------------------------|
| | функций в степенные ряды. Приложения степенных рядов. Ряды Фурье. Теорема Дирихле. Формулы для вычисления коэффициентов ряда Фурье для $2l$ – периодической функции. Ряды Фурье для четных (нечетных) периодических функций. Ряды Фурье в комплексной форме. | | | | | | | |
| III. | ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ | 11 | 10 | | | | 2 | |
| 3.1. | Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия и определения. Задача Коши. Общее решение. Частное решение. Особое решение. Существование и единственность решения. Дифференциальные уравнения первого порядка: с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах. Математическое моделирование простых реакций при аналитическом решении прямой задачи химической кинетики, радиоактивный распад. Приближенное решение дифференциальных уравнений с помощью рядов. | 4 | 4 | | | | 1 | индивидуальное типовое задание |
| 3.2. | Обыкновенные дифференциальные уравнения второго и высших порядков. Основные понятия и определения. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейно независимые (линейно зависимые) функции. Функциональный определитель Вронского. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные | 5 | 6 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------------|--|-----------|-----------|--|--|--|----------|--------------------|
| | уравнения второго и высших порядков. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго и высших порядков с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. [Решение систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений, заданных в нормальной форме. Применение к математическому моделированию многостадийных реакций при аналитическом решении прямой задачи химической кинетики]. | | | | | | | |
| 3.3. | Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия и определения. Линейные уравнения второго порядка: волновое уравнение, уравнение теплопроводности. | 2 | | | | | | устный опрос |
| IV. | ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА | 16 | 19 | | | | 2 | |
| 4.1. | Элементы теории множеств и элементы комбинаторики. Множества, отношения между ними и основные операции над ними. Комбинаторный принцип умножения, комбинаторный принцип сложения, перестановки, размещения, сочетания. | 1 | 2 | | | | | устный опрос |
| 4.2. | Случайные события. Предмет теории вероятностей. Математические модели случайных процессов в практике химических экспериментов и в построении экологических проектов. Эксперимент, событие, пространство элементарных исходов эксперимента: основные понятия и определения. Операции над событиями. Вероятность события. Классическое, статистическое и геометрическое | 6 | 8 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|---|--|--|--|---|--------------------|
| | определения вероятности события, свойства вероятности. Аксиомы теории вероятностей, вероятностное пространство. Свойства операций сложения и умножения событий. Теоремы сложения вероятностей. Условная вероятность. Теоремы умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формулы Байеса. Повторение испытаний: классическая схема Бернулли и ее предельные случаи. | | | | | | | |
| 4.3. | Случайные величины. Основные понятия и определения. Типы случайных величин и способы их задания. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Дискретные случайные величины. Непрерывные (абсолютно непрерывные) случайные величины. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины и ее основные свойства, их геометрическая интерпретация. Числовые характеристики случайных величин (характеристики положения: математическое ожидание, мода, медиана, квантили; характеристики рассеяния: дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации; начальные и центральные моменты различных порядков). Некоторые законы распределения случайных величин и их применения в задачах естествознания. Дискретные случайные величины: биномиальное распределение, распределение Пуассона, геометрическое распределение. Непрерывные случайные величины: равномерное, показательное (экспоненциальное) и нормальное распределения. Дифференциальная и интегральная функции Лапласа. Интеграл Эйлера–Пуассона. Правило трех сигм. | 6 | 6 | | | | 1 | контрольная работа |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|--|--|--|--|---|
| 4.4. | Закон больших чисел, предельные теоремы. Неравенство Чебышева. Теорема Бернулли. Теорема Чебышева. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. | 1 | | | | | | устный опрос |
| 4.5. | Первоначальная статистическая обработка экспериментальных данных. Предмет и задачи математической статистики. Выборочный метод. Генеральная и выборочная совокупности, способы случайного отбора. Вероятностная модель выборки. Дискретный и интервальный вариационные ряды. Статистическое распределение и его основные числовые характеристики. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Графическое изображение вариационных рядов: гистограмма, полигон частот (относительных частот), кумулята. | 1 | 2 | | | | | индивиду- альное типовое задание |
| 4.6 | Статистическое оценивание. Статистические оценки неизвестных параметров распределения и общие требования, предъявляемые к ним. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Интервальные оценки числовых характеристик случайной величины: построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины. Предельная ошибка и необходимый объем выборки. Некоторые статистические распределения (Стьюдента, Пирсона) и их применение к интервальному оцениванию неизвестных параметров распределения. Задачи о выбраковке результатов химического анализа. | 1 | 1 | | | | | индивиду- альное типовое задание |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Баврин, И. И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. И. Баврин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 397 с.
2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: [учебное пособие для студентов вузов] / В. Е. Гмурман. – 12-е изд. – М.: Юрайт, 2016. – 479 с.
3. Гусак, А. А. Высшая математика : Учебник для студентов вузов : в 2 т. / А. А. Гусак. – 7-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2009. – Т.1.– 544 с., Т.2. – 448 с.
4. Гусак, А. А. Основы высшей математики / А. А. Гусак, Е. А. Бричикова. – Минск: ТетраСистемс, 2012. – 208 с.
5. Кострикин, А. И. Введение в алгебру: учебник для вузов: в 3 ч. / А. И. Кострикин. – 3-е изд. – М: МЦНМО, 2018. – Ч. 1 – 272 с., Ч. 2 – 368 с., Ч.3 – 272 с.
6. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа: в 3 т.: учебник для бакалавров / Л. Д. Кудрявцев. – 6-е изд. перераб. и доп. – М: Юрайт, 2019. – Т.1.– 703 с., Т.2. – 323 с., Т.3. – 351 с.
7. Натансон, И. П. Краткий курс высшей математики / И. П. Натансон. – СПб: Лань, 2009. – 736 с.

Дополнительная литература

8. Выгодский, М. Я. Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М.: АСТ, Астрель, 2008. – 991 с.
9. Выгодский, М. Я. Справочник по элементарной математике / М. Я. Выгодский. – М.: АСТ, Астрель, 2019. – 512 с.
10. Гелбаум Б. Контрпримеры в анализе / Гелбаум Б., Олмстед Дж. – М.: Мир, 1967. – 251 с.
11. Гусак, А. А. Теория вероятностей. Справочное пособие к решению задач / А. А. Гусак, Е. А. Бричикова. – 7-е издание. – Минск: ТетраСистемс, 2009. – 288 с.
12. Дегтяренко, Н. А. Математическая статистика: пособие для студентов химического факультета / Н. А. Дегтяренко, О. Г. Душкевич. – Минск: БГУ, 2008. – 141 с.
13. Демидович, Б. П. Краткий курс высшей математики / Б. П. Демидович, В.А. Кудрявцев. – М: АСТ, Астрель, 2001. – 656 с.
14. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике. Полный курс / Д. Т. Письменный. – 11-е изд. – М: Айрис Пресс, 2017. – 608 с.
15. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Д. Т. Письменный. – 7-е изд. – М.: Айрис Пресс, 2015. – 287 с.

16. Скатецкий, В. Г. Лекции по математике для студентов химических специальностей: учебное пособие / В. Г. Скатецкий. – Минск: БГУ, 2000. – 387 с.
17. Скатецкий, В. Г. Математические методы в химии: учебное пособие для студентов вузов / В. Г. Скатецкий, Д. В. Свиридов, В. И. Яшкин. – Минск: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
18. Сухая, Т. А. Задачи по высшей математике: учеб. пособие в 2 ч. / Т. А. Сухая, В. Ф. Бубнов. – Мн: Выш. шк., 1993. – Ч. 1 – 416 с., Ч. 2 – 301 с.

Сборники задач

1. Берман, Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г.Н. Берман. – 22-е изд. – СПб., 2001. – 432 с.
2. Берман, Г. Н. Решебник к сборнику задач по математическому анализу Бермана Г. Н. / Г.Н. Берман. – М: Лань, 2008. – 116 с.
3. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 404 с.
4. Гусак, А. А. Задачи и упражнения по высшей математике: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. / А. А. Гусак. – Мн.: Выш. шк., 1988. – Ч. 1 – 246 с., Ч. 2 – 228 с.
5. Зими́на, О. В. Высшая математика. Решебник / О. В. Зими́на, А. И. Кириллов, Т. А. Сальникова. Под ред. А. И. Кириллова. – 4-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. – 368 с.
6. Рябушко, А. П. Индивидуальные задания по высшей математике: в 4 ч. / А. П. Рябушко. – Минск: Вышэйшая школа, 2013–2014. – Ч. 1 – 367 с., Ч.2 – 398 с., Ч.3 – 367 с., Ч.4 – 336 с.
7. Скатецкий, В. Г. Высшая математика. Индивидуальные задания для студентов специальности G 31 05 01 «Химия» / В. Г. Скатецкий. – Минск: БГУ, 2002. – 90 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Перечень рекомендуемых средств диагностики:

1. Устный опрос.
2. Контрольные работы.
3. Учебная исследовательская работа с последующей защитой или реферат.
4. Индивидуальное типовое задание.

Методика формирования итоговой оценки:

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

- Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования

(утверждены Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53).

- Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете (утверждено приказом ректора БГУ № 382-ОД от 18.08.2015 г. (с изменениями, согласно приказу 491-ОД от 29.08.2018г.)).
- Критерии оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь 21-04-01/105 от 22.12.2003).

Оценка за ответы на семинарских (практических) занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

При оценивании реферата (доклада) обращается внимание на: содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Высшая математика» учебным планом предусмотрен экзамен в каждом из двух семестров.

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

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

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на семинарских (практических) занятиях, реферат – 50 %;
- контрольные работы, индивидуальные типовые задания – 50 %.

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

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.2. Элементы линейной алгебры

1. Докажите, что система линейных алгебраических уравнений имеет единственное решение, и найдите его с помощью двух из известных вам

методов:
$$\begin{cases} 3x + 3y + 2z = 2 \\ 4x + 5y + 2z = 1. \\ 5x + 6y + 4z = 3 \end{cases}$$

2. Установите, существуют ли произведения матриц AB , BA . В случае положительного ответа найдите произведение. Приведите матрицу A к ступенчатому виду и найдите ее ранг.

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & -5 & 1 \\ 6 & 5 & 0 & -2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & -4 & 1 \\ -6 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

3. Аргументируйте ответ на вопрос о разрешимости СЛАУ. Если она разрешима, то выпишите множество всех ее решений:
$$\begin{cases} 6x + 4y + 3z = 3 \\ 3x + 2y - z = 5 \end{cases}$$

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 1.3. Элементы векторной алгебры

1. Дан треугольник с вершинами в точках $A(4;3;-1)$; $B(6;2;0)$; $C(2;-1;2)$. Докажите, что внутренние углы при вершинах A и B равны между собой.

2. Найдите работу силы $\vec{F}(8;4;-6)$ при прямолинейном перемещении ее точки приложения из начала в конец вектора $\vec{s}(5;-3;2)$.

3. Найдите скалярное произведение векторов $\vec{p} = 3\vec{a} - 2\vec{b}$; $\vec{q} = 5\vec{a} + 6\vec{b}$, если $|\vec{a}| = 4$; $|\vec{b}| = 6$, а угол между векторами \vec{a} и \vec{b} равен $\frac{\pi}{3}$.

4. Зная два вектора $\vec{AB} = 3\vec{i} - 4\vec{j}$ и $\vec{BC} = \vec{i} + 5\vec{j}$, соответствующие сторонам треугольника, вычислите длину высоты этого треугольника, опущенной из вершины C .

5. Вычислите площадь параллелограмма, стороны которого соответствуют неколлинеарным векторам $3\vec{a} - 2\vec{b}$ и $\vec{a} + 4\vec{b}$, если $|\vec{a}| = |\vec{b}| = 2$, а угол между векторами \vec{a} и \vec{b} равен $\frac{\pi}{6}$.

6. Даны точки $A(-1;2;1)$; $B(-3;1;2)$; $C(3;-2;2)$; $D(3;-4;3)$. Докажите, что они лежат в одной плоскости.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 1.4. Координатный метод. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в трехмерном пространстве

Студенты оформляют рефераты по темам:

Координаты центра масс. Деление отрезка в заданном отношении. Полярные координаты на плоскости, цилиндрические и сферические координаты в пространстве. Аффинная система координат. Задачи о кристаллической решетке. Линии второго порядка на плоскости: эллипс, гипербола, парабола; их

канонические уравнения и основные свойства; классификация линий второго порядка. Поверхности в трехмерном пространстве: понятие об уравнении поверхности; канонические уравнения основных поверхностей в трехмерном пространстве. Метод сечений для исследования формы поверхности. Классификация поверхностей второго порядка. Затем на занятии обсуждаются лучшие работы.

Форма контроля - реферат

Тема 2.1. Функция одной действительной переменной. Концепция предела

1. Дайте возможную геометрическую иллюстрацию следующих равенств:

$$\lim_{x \rightarrow +0} f(x) = +\infty, \quad \lim_{x \rightarrow 3} f(x) = -\infty, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = -\infty, \quad \lim_{x \rightarrow 10} f(x) = 2.$$

В заданиях 2 – 6 вычислите пределы:

$$2. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{2x+7} - 3}{\sqrt[3]{x} - 1}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1 - \cos^3(4x)) \cdot (e^{2x} - 1)}{x^3 \cos x}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2 - 2x - 3}{x^2 + 3x + 2}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^4 + 3x}{x^2 + 2x + 1}$$

$$6. \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{1 - 2x}{3 - 2x} \right)^x$$

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 2.2. Производная и дифференциал функции одной переменной и их приложения.

$$1. y = \frac{\operatorname{tg}(2x) + x}{\sin^2 x} + \ln 3; \quad y'(x) = ?$$

$$2. \begin{cases} x = 2e^{t^2} \\ y = \operatorname{ctg}^2 t \end{cases}; \quad y'_x = ?$$

$$3. 2^{x \cdot y} - y^2 + 7 = 0; \quad y'_x = ?$$

4. Исследуйте функцию с помощью второй производной, укажите промежутки выпуклости вверх и вниз графика функции, найдите точки экстремума скорости изменения функции

$$y = x \cdot e^x.$$

5. Исследуйте функцию с помощью первой производной, укажите промежутки возрастания и убывания функции, найдите точки экстремума функции $y = (4 + x) \cdot x^{2/3}$.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 2.3. Интегрирование функции одной переменной, приложения.

Каждому студенту выдается по теме 2.3 индивидуальное типовое задание. Оно соответствует следующим вопросам темы 2.3: первообразная, неопределенный интеграл и его свойства, таблица основных неопределенных интегралов, метод замены переменной, формула интегрирования по частям, интегрирование рациональных функций, тригонометрических функций, некоторые приемы интегрирования иррациональных функций, формула Ньютона – Лейбница, приложения определенного интеграла. Студенты выполняют задание самостоятельно, 1 час отводится на аудиторную самостоятельную работу.

Форма контроля – индивидуальное типовое задание.

Тема 2.4. Функции нескольких действительных переменных

1. Задана функция $u(x, y, z) = x \cdot \sin \frac{xy}{z}$. а) Запишите выражения для $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial z}$.

б) Найдите $\frac{du}{dx}$, если $y = x + e^x$; $z = x - e^x$. в) Запишите формулу, выражающую полный дифференциал функции.

2. Исследуйте на экстремумы функцию $z = x^2 + 2xy + 4x - y^2$ в ее области определения.

3. Вычислите $\iint_D x(y-1) dx dy$, если $D: y = 5x, y = x, x = 3$.

4. Представьте двойной интеграл $\iint_D f(x, y) dx dy$ через повторные интегралы при разных порядках интегрирования ($D: y^2 = x + 2, y - x = 0$).

Форма контроля – контрольная работа

Тема 2.5. Ряды

1. Необходимый признак сходимости числового ряда и его следствие – достаточный признак расходимости числового ряда.

2. Выясните, сходятся или расходятся числовые ряды:

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{n^3 + n^2 + 1}, \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{4^n + 1}, \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5^n}{n!}. \text{ Приведите обоснование.}$$

3. Найдите область сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^n}{(n+1)3^n}$.

4. Найдите три первых отличных от нуля члена разложения в степенной ряд решения ОДУ в окрестности указанной точки: $y' = x^2 + y^2, y(0) = 1$.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 3.1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка

Каждому студенту выдается по теме 3.1 индивидуальное типовое задание. В нем нужно найти общее либо частное решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка следующих типов: с разделяющимися переменными, однородного, линейного, в полных дифференциалах. Студенты выполняют задание самостоятельно, 1 час отводится на аудиторную самостоятельную работу.

Форма контроля – индивидуальное типовое задание.

Тема 3.2. Обыкновенные дифференциальные уравнения второго и высших порядков

1. Бактерии размножаются со скоростью, прямо пропорциональной их количеству в данный момент времени. В начальный момент времени (при $t=0$) имелось 100 бактерий, а в течение 4 часов их число удвоилось. Запишите закон, согласно которому происходит размножение бактерий в зависимости от времени (время измеряется в часах). Определите количество бактерий через 12 часов.

2. Найдите общее решение ДУ $xy'' = y' \ln \frac{y'}{x}$.

3. Найдите частное решение задачи Коши

$$y'' + 2y' + 10y = \sin x, \quad y(0) = y'(0) = 0.$$

4. Найдите общее решение ДУ $y'' - 2y' + y = e^x/x$ методом вариации произвольных постоянных.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 4.2. Случайные события

1. Набирая номер телефона, абонент забыл последние две цифры и набрал их наугад, помня, что эти цифры различны. Найдите вероятность того, что набраны нужные цифры.

2. Из колоды в 36 карт извлечены 6 карт. Найдите вероятность того, что среди них 4 туза.

3. Стрелок стреляет по мишени до первого попадания. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0.4. Найдите вероятность того, что произведено именно три выстрела.

4. Преподаватель в течение учебного года курирует экспериментальную работу трех студентов, работающих на занятиях в одно и то же время независимо друг от друга. Вероятность того, что в течение первых 20 мин занятия не потребует внимания преподавателя первый студент, оценивается как 0,5, второй – как 0,3,

третий – как 0,4. Найдите вероятность того, что в течение первых 20 мин случайно выбранного занятия хотя бы один студент потребует внимания преподавателя.

5. Орудие делает по мосту три выстрела. Вероятность попадания при каждом выстреле 0,8. Для разрушения моста достаточно двух попаданий. При одном попадании мост разрушается с вероятностью 0,4. Найдите вероятность разрушения моста.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 4.3. Случайные величины

1. Стрелок, имеющий 4 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7. Постройте ряд распределения случайной величины ξ – числа промахов. Найдите $F_\xi(x)$, M_ξ , D_ξ , σ_ξ , $P(\xi > 4)$, $P(-1 < \xi < 2)$, $P(\xi \leq 2)$.

2. Дана плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ :

$$f_\xi(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ ax, & 0 < x < 2, \\ 0, & x > 2. \end{cases}$$

Найдите a , $P(1 < \xi < 3)$, M_ξ , D_ξ , σ_ξ , $P(\xi > 0,5)$, $F_\xi(x)$, $P(\xi = 1/2)$.

3. Для нормально распределенной случайной величины ξ заданы числовые характеристики $a=4$, $D_\xi=4$. Найдите $P(-4 < \xi < 3)$. Постройте схематический график функции $f_\xi(x)$.

Форма контроля – контрольная работа.

Примерная тематика практических занятий

| № те-мы | Практические занятия | Вопросы, которые рассматриваются на занятии |
|---------|--|--|
| 1.1 | Занятие 1. Комплексные числа. Решение алгебраических уравнений над полем комплексных чисел. | Комплексные числа (алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа; комплексное сопряжение; формула Муавра; извлечение корня натуральной степени из комплексного числа). Примеры решения алгебраических уравнений над полем комплексных чисел. |
| 1.2 | Занятие 1. Элементы матричной алгебры. | Матрицы. Основные операции над матрицами. Элементарные преобразования матриц. Определители: правила вычисления и основные свойства. Обратная матрица. |
| 1.2 | Занятие 2. Элементы линейной алгебры. | Системы линейных алгебраических уравнений (ЛАУ). Матричный метод, методы Крамера и Гаусса для решения систем ЛАУ. Ранг матрицы и его свойства. |
| 1.2 | Занятие 3. Исследование разрешимости произвольных систем ЛАУ (1 час). | Теорема Кронекера-Капелли и ее применение для исследования разрешимости произвольной системы ЛАУ. |
| 1.3 | Занятие 1. Элементы векторной алгебры. | Векторы: линейные операции над векторами; линейная зависимость (независимость) векторов. Векторный базис. Координаты вектора. Проекция вектора на ось. Скалярное произведение векторов. |
| 1.3 | Занятие 2. Векторное, смешанное произведения векторов, приложения в физике, геометрии, химии. | Векторное, смешанное произведения векторов, их основные свойства и приложения в физике, геометрии, химии. |
| 1.4 | Занятие 1. Прямая на плоскости. | Различные виды уравнения прямой на плоскости. Взаимное расположение прямых, расстояние от точки до прямой. |
| 1.4 | Занятие 2. Линии второго порядка на плоскости. | Эллипс, гипербола, парабола. Преобразования декартовой прямоугольной системы координат на плоскости (параллельный перенос и поворот осей координат). Приведение заданного уравнения линии второго порядка к каноническому виду и схематическое построение этой линии на плоскости. |
| 1.4 | Занятие 3. Плоскость и прямая в пространстве. | Различные виды уравнения плоскости и прямой в пространстве. Приложения. |
| 2.1 | Занятие 1. Предел функции в точке. Некоторые приемы вычисления пределов функций. Основные замечательные пределы. | Предел числовой последовательности. Предел функции в точке. Некоторые приемы вычисления пределов функций. Свойства пределов. Основные замечательные пределы. |
| 2.1 | Занятие 2. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. | Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Эквивалентные бесконечно малые функции. Решение задач со специальным (химическим, биологическим) содержанием. |
| 2.1 | Занятие 3. Непрерывность функции в точке. (1 час) | Непрерывность функции в точке: различные определения. Основные свойства непрерывных функций. Точки разрыва функции, их классификация. |

| | | |
|-----|---|--|
| 2.2 | Занятие 1. Производная функции: определение, свойства, правила дифференцирования, таблица производных. | Производная функции: определение, свойства, правила дифференцирования, таблица производных. Дифференцирование сложной, параметрически и неявно заданной функций. Логарифмическое дифференцирование. |
| 2.2 | Занятие 2. Производные высших порядков. Геометрические, физические и химические приложения производной. | Производные высших порядков. Геометрические, физические и химические приложения производной. Дифференциал функции и его основные свойства. Правило Лопиталя. |
| 2.2 | Занятие 3. Исследование функции одной переменной и построение ее графика. | Исследование функции одной переменной и построение ее графика: возрастание (убывание) функций, экстремумы, выпуклость вверх (выпуклость вниз) графика функции, точки перегиба графика функции. Смысл критических и стационарных точек функции по отношению к первой производной функции и производным более высоких порядков в задачах химического содержания. |
| 2.3 | Занятие 1. Неопределенный интеграл. Таблица неопределенных интегралов. Методы интегрирования. | Неопределенный интеграл (определение и свойства). Таблица неопределенных интегралов. Метод замены переменных и метод интегрирования по частям. |
| 2.3 | Занятие 2. Метод замены переменных и метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. | Метод замены переменных и метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. Метод выделения полного квадрата. Алгоритм интегрирования рациональных функций. |
| 2.3 | Занятие 3. Интегрирование рациональных и тригонометрических функций. | Интегрирование рациональных и тригонометрических функций (универсальная тригонометрическая подстановка и некоторые другие подстановки). |
| 2.3 | Занятие 4. Некоторые приемы интегрирования иррациональных функций. Определенный интеграл. | Интегрирование простейших иррациональностей. Формула Ньютона-Лейбница, метод замены переменной, метод интегрирования по частям, интегралы от четных и нечетных функций по симметричному относительно нуля промежутку интегрирования. Свойства определенного интеграла. |
| 2.3 | Занятие 5. Определенный интеграл: геометрический смысл, приложения. | Геометрические и физико-химические приложения определенного интеграла (площадь плоской фигуры, длина дуги плоской кривой, объем тела вращения, масса, молярное количество вещества и т.д.). |
| 2.3 | Занятие 6. Несобственные интегралы. | Несобственные интегралы: интегралы по бесконечным промежуткам интегрирования, интегралы от неограниченных функций. Примеры вычисления несобственных интегралов. |
| 2.4 | Занятие 1. Функции нескольких переменных. Дифференцирование. | Функции нескольких переменных. Частные производные, полный дифференциал, частные производные высших порядков, дифференцирование сложной функции, дифференцирование неявной функции. |

| | | |
|-----|--|---|
| 2.4 | Занятие 2. Приложения ФНП. Элементы теории поля. | Градиент и производная по направлению ФНП в точке. Исследование функции двух переменных на экстремум. Задачи с прикладным содержанием на нахождение наибольшего и наименьшего значений функции двух переменных в замкнутой области. |
| 2.4 | Занятие 3. Двойные интегралы. | Двойные интегралы. Их вычисление в декартовой, а также в полярной системах координат. |
| 2.4 | Занятие 4. Двойные и тройные интегралы. | Двойные интегралы. Тройные интегралы, вычисление в декартовой системе координат. |
| 2.5 | Занятие 1. Числовые ряды. | Числовой ряд. Сходимость (расходимость) числового ряда. Остаток ряда. Необходимое условие сходимости. Обобщенный гармонический ряд, геометрический ряд. Достаточные признаки сходимости числовых рядов. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. |
| 2.5 | Занятие 2. Функциональные ряды. Степенные ряды. | Функциональные ряды. Ряд Тейлора. Основные разложения в степенные ряды. Радиус и область сходимости степенного ряда. |
| 2.5 | Занятие 3. Приложения степенных рядов. | Приложения степенных рядов к приближенным вычислениям и к решению задачи Коши. |
| 2.5 | Занятие 4. Ряды Фурье (1 час). | Ряды Фурье. Теорема Дирихле. Формулы для вычисления коэффициентов ряда Фурье для $2l$ – периодической функции. Ряды Фурье для четных (нечетных) периодических функций, обзор литературы по теме. |
| 3.1 | Занятие 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения 1-го порядка. | ОДУ 1-го порядка. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные. |
| 3.1 | Занятие 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения 1-го порядка, приложения. | Уравнение Бернулли. ОДУ 1-го порядка в полных дифференциалах. Математическое моделирование с помощью ОДУ 1-го порядка некоторых прикладных задач. |
| 3.2 | Занятие 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. | ОДУ 2-го и высших порядков, допускающие понижение порядка. |
| 3.2 | Занятие 2. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков. | Линейные однородные ОДУ 2-го и высших порядков с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. |
| 3.2 | Занятие 3. ЛНДУ с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. | ЛНДУ 2-го и высших порядков с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. |
| 4.1 | Занятие 1. Элементы комбинаторики. Введение в теорию вероятностей. | Элементы комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания, комбинаторные принципы сложения и умножения. Случайные события, пространство элементарных событий. |

| | | |
|-----|---|--|
| 4.2 | Занятие 1. Различные определения вероятности события. | Классическое, геометрическое, статистическое определения вероятности события. |
| 4.2 | Занятие 2. Операции над событиями. Основные теоремы теории вероятностей, выражающие свойства операций сложения и умножения событий. | Операции над событиями. Основные теоремы теории вероятностей, выражающие свойства операций сложения и умножения событий. Условная вероятность. Теоремы умножения вероятностей для зависимых и независимых событий; вероятность появления хотя бы одного из n событий, независимых в совокупности. |
| 4.2 | Занятие 3. Формула полной вероятности; теорема Байеса. Повторение испытаний: классическая схема Бернулли. | Формула полной вероятности; теорема Байеса. Повторение испытаний: классическая схема Бернулли. Решение задач с химическим и биологическим содержанием по теме. |
| 4.2 | Занятие 4. Классическая схема Бернулли и ее предельные случаи. | Классическая схема Бернулли и ее предельные случаи. Решение разных задач по теме 4.2 на закрепление материала. |
| 4.3 | Занятие 1. Дискретные случайные величины | Дискретные случайные величины: способы задания их законов распределения и числовые характеристики (основные характеристики положения и рассеяния). |
| 4.3 | Занятие 2. Непрерывные случайные величины | Непрерывные случайные величины: дифференциальная и интегральная функция распределения; числовые характеристики (основные характеристики положения и рассеяния). |
| 4.3 | Занятие 3. Основные законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин и их приложения. | Основные законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин и их приложения. Дискретные случайные величины: биномиальное распределение, распределение Пуассона, геометрическое распределение. Непрерывные случайные величины: равномерное, показательное (экспоненциальное) и нормальное распределения. Дифференциальная и интегральная функции Лапласа. Интеграл Эйлера–Пуассона. Правило трех сигм. |
| 4.5 | Занятие 1. Первоначальная статистическая обработка экспериментальных данных. | Выборочный метод. Дискретный и интервальный вариационные ряды. Статистическое распределение и его основные числовые характеристики. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Графическое изображение вариационных рядов: гистограмма, полигон частот (относительных частот), кумулята. |
| 4.6 | Занятие 1. Статистическое оценивание (1 ч). | Построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины. |

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются *эвристический и практико-ориентированный подходы*.

Эвристический подход предполагает:

- осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

Практико-ориентированный подход предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- междисциплинарный подход.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Управляемая самостоятельная работа проводится в форме контрольных работ и учебно-исследовательской работы, согласно утвержденному графику.

Контрольные работы, устный опрос проводятся аудиторно и занимают время 1 академический час.

На выполнение заданий учебно-исследовательской работы и реферативного типа дается время две-три недели.

На выполнение индивидуальных типовых заданий дается время одна-две недели.

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные ресурсы: разместить на образовательном портале БГУ комплекс учебных и учебно-методических материалов: учебно-программные материалы, учебно-методическую литературу, вопросы для подготовки к экзамену, задания для самостоятельной работы, тематику рефератов, список рекомендуемой литературы.

Студенты регулярно самостоятельно изучают электронные материалы и литературные источники, дополняют рукописный конспект, который ведется на аудиторных лекциях; систематически выполняют задания для самостоятельной

работы, которые выдаются на практических занятиях; выполняют индивидуальные задания, рефераты по темам, предусмотренным программой.

Для направления 1-31 05 01-01 Химия (научно-производственная деятельность) специальности 1-31 05 01 Химия (по направлениям), в учебный план которого включена на втором году обучения дисциплина «Математическое моделирование химических процессов», углубленное изучение тем 4.5, 4.6, соответствующих разделу «Теория вероятностей и математическая статистика», с применением компьютерной техники для решения статистических задач предполагается в рамках учебной дисциплины «Математическое моделирование химических процессов». Для остальных направлений специальности 1-31 05 01 Химия (по направлениям) рекомендуется создать базу учебно-методических материалов в электронном виде с целью организации самостоятельной работы студентов и использовать аудиторные часы по темам раздела для ознакомления с этой базой и рекомендаций работы с ней.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1 семестр

1. Комплексные числа. Арифметические операции над ними.
2. Тригонометрическая и экспоненциальная форма комплексного числа. Возведение в степень и извлечение корня n -й степени из комплексного числа.
3. Матрицы и их виды. Основные операции. Свойства. Матрицы в химии. Матрицы смежности и матрицы расстояний для представления графов химических соединений.
4. Операция умножения матриц. Свойства.
5. Определитель матрицы n -го порядка. Свойства. Доказательство.
6. Обратная матрица. Теорема о единственности. Критерий существования. Доказательство. Методы нахождения.
7. Ранг матрицы. Свойства. Метод нахождения ранга матрицы с помощью элементарных преобразований.
8. Планирование химического эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Основные понятия. Матричный метод решения и метод Крамера. Доказательство формул.
9. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод полного исключения.
10. Критерий Кронекера-Капелли совместности систем линейных алгебраических уравнений. Доказательство. Следствия.
11. Однородные системы линейных алгебраических уравнений.
12. Линейные операции над векторами. Свойства.
13. Скалярное произведение векторов. Свойства.
14. Скалярное произведение векторов в координатной форме. Вывод формулы длины n -мерного вектора.
15. Векторное произведение векторов. Свойства.

16. Смешанное произведение векторов. Свойства.
17. Линейная зависимость n -мерных векторов. Ранг и базис системы векторов.
18. Формула расстояния между двумя точками. Деление отрезка в данном отношении. Полярная система координат на плоскости.
19. Основные уравнения прямой линии на плоскости. Вывод.
20. Взаимное расположение прямых на плоскости.
21. Расстояние от точки до прямой. Вывод формулы.
22. Эллипс. Каноническое уравнение. Вывод. Свойства.
23. Гипербола. Канонические уравнения. Свойства.
24. Парабола, каноническое уравнение, вывод.
25. Плоскость. Вывод общего уравнения плоскости. Частные случаи. Выводы уравнения плоскости, проходящей через три заданные точки и уравнения плоскости в отрезках. Расстояние от точки до плоскости.
26. Прямая линия в пространстве. Вывод канонических уравнений. Параметрические уравнения.
27. Взаимное расположение двух плоскостей.
28. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве.
29. Взаимное расположение прямых в пространстве.
30. Уравнение плоскости в отрезках.
31. Определение предела числовой последовательности. Основные свойства пределов числовых последовательностей.
32. Определение предела функции по Гейне и Коши
33. Свойства пределов функций.
34. Первый замечательный предел. Вывод. Следствия.
35. Неравенство Бернулли. Доказательство. Второй замечательный предел. Доказательство.
36. Непрерывность функций. Классификация точек разрыва.
37. Определение производной функции одной переменной. Правила вычисления и их вывод. Производная сложной функции.
38. Свойства производной. Вывод.
39. Неявное, логарифмическое и параметрическое дифференцирование.
40. Дифференциал функции, его свойства и геометрический смысл. Применение в приближенных вычислениях.
41. Правило Лопиталя – Бернулли раскрытия неопределенностей.
42. Возрастание и убывание функции. Локальные экстремумы функции.
43. Производные высших порядков. Формулы Тейлора и Маклорена.
44. Асимптоты графиков функций.
45. Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства. Вывод.
46. Метод интегрирования способом замены переменной. Следствия.
47. Интегрирование по частям. Вывод формулы. Основные виды интегралов, вычисляемых по частям.
48. Интегрирование выражений, содержащих квадратичную функцию в знаменателе дроби.

49. Разложение рациональных дробей на простейшие и их интегрирование.
50. Интегралы с квадратичной иррациональностью.
51. Интегрирование выражений, содержащих некоторые виды иррациональностей.
52. Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции.
53. Определение и свойства определенного интеграла.
54. Теорема о среднем значении определённого интеграла.
55. Интеграл с переменными верхним пределом. Теорема Барроу о существовании первообразной. Доказательство.
56. Формула Ньютона – Лейбница вычисления определённого интеграла. Вывод.
57. Геометрические приложения определенных интегралов (вычисления площадей, объемов тел вращения, длин дуг кривых).
58. Приложения определённого интеграла к задачам химии.
59. Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования. Сходимость. Вычисление.

60. Исследование сходимости интеграла $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^\alpha}$.

2 семестр

1. Геометрическая интерпретация функции двух переменных. Определение частных производных функции двух переменных и их геометрический смысл.
2. Частные производные второго и высших порядков для функции двух переменных. Частные производные для функции трех и большего числа переменных.
3. Полный дифференциал функции двух переменных и его приложения.
4. Правила дифференцирования сложных и неявных функций двух переменных.
5. Экстремумы функции двух переменных. Приложения к задачам химии.
6. Понятие об эмпирических формулах. Метод наименьших квадратов. Применение в теории эксперимента.
7. Уравнения с разделяющимися и разделенными переменными, однородные ОДУ первого порядка.
8. Линейные ОДУ первого порядка.
9. ОДУ второго порядка, приводимые к ОДУ первого порядка.
10. Линейные неоднородные ОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами и со специальной правой частью в виде многочлена. Структура общего решения.
11. Линейные неоднородные ОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами и со специальной правой частью в виде экспоненты.
12. Основные виды дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка и их связь с задачами химии.
13. Определение уравнения поверхности в пространстве $Oxyz$. Канонические уравнения поверхностей.

14. Определение двойного интеграла и его основные свойства.
15. Основные способы вычисления двойных интегралов. Повторные интегралы. Задачи химии, приводящие к понятию двойного интеграла.
16. Замена переменных в двойных интегралах. Якобиан. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.
17. Определение тройного интеграла и его основные свойства.
18. Вычисление тройного интеграла. Приложения в химии.
19. Числовые ряды. Основные понятия и свойства.
20. Необходимый признак сходимости числового ряда. Следствие.
21. Формулировки достаточных признаков Даламбера, радикального и интегрального признаков Коши.
22. Исследование сходимости обобщенного гармонического ряда.
23. Первый и второй признаки сравнения для исследования сходимости положительных рядов.
24. Знакопеременные числовые ряды. Знакопеременяющиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда.
25. Степенные ряды. Теорема Абеля.
26. Радиус, интервал и область сходимости степенного ряда. Способы их отыскания.
27. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложения в ряд Маклорена основных функций.
28. Приложения степенных рядов.
29. Ряды Фурье. Основные понятия. Приложения в химии.
30. Элементы комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания.
31. Комбинаторные принципы сложения, умножения. Перестановки, размещения, сочетания с повторениями.
32. Опыт, событие. Основные определения. Операции над событиями.
33. Классическое определение вероятности. Свойства классической вероятности.
34. Противоположные события. Формула, связывающая вероятности противоположных событий. Совместные и несовместные, зависимые и независимые события.
35. Относительная частота появления события. Статистическая вероятность.
36. Геометрическое определение вероятности. Задача о встрече.
37. Аксиомы теории вероятностей. Вероятностное пространство.
38. Теорема сложения вероятностей для совместных (несовместных) событий. Доказательство, следствия.
39. События зависимые и независимые. Независимые в совокупности и попарно независимые события, связь между ними.
40. Условная вероятность. Теоремы умножения вероятностей для зависимых и для независимых событий. Теорема о вероятности появления хотя бы одного события из событий, независимых в совокупности.
41. Полная группа событий. Формула полной вероятности. Вывод.
42. Формула Байеса.

43. Определение классической схемы Бернулли. Формула Бернулли.
44. Локальная и интегральная теоремы Муавра – Лапласа.
45. Понятие случайной величины (СВ). Виды СВ. Способы их задания (перечислить). Примеры.
46. Определение и основные свойства функции распределения $F(x)$ произвольной СВ.
47. Основные свойства плотности вероятности непрерывной СВ.
48. Математическое ожидание дискретной и непрерывной СВ. Основные свойства.
49. Дисперсия дискретной и непрерывной СВ. Ее основные свойства.
50. Среднее квадратичное отклонение и начальные и центральные моменты распределения СВ. Асимметрия и эксцесс.
51. Биномиальное распределение, распределение Пуассона: описание СВ, закон распределения, числовые характеристики.
52. Равномерное распределение, показательное распределение: описание СВ, закон распределения, числовые характеристики.
53. Нормальное распределение: задание и его числовые характеристики. Зависимость графиков кривых плотности вероятности нормального закона распределения от значений a и σ .
54. Правило «трех сигм» и его следствия. Вероятность попадания возможного значения нормальной СВ в заданный интервал. Вероятность отклонения относительной частоты от постоянной вероятности.
55. Интеграл Эйлера – Пуассона и его приложения.
56. Закон больших чисел. Формулировки основных теорем.
57. Выборочный метод. Основные понятия.
58. Доверительный интервал.

**Примерные темы для учебной исследовательской работы студентов
с учетом междисциплинарного подхода**

1. Химические постоянные.
2. Элементы теории погрешности эксперимента.
3. Методы линейной алгебры в применении к решению задач химического содержания.
4. Аналитическое и численное интегрирование в задачах специального содержания.
5. Аналитическое и численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем в задачах специального содержания.
6. Математическое исследование колебательных процессов на примере колебаний многоатомных молекул.
7. Математическое моделирование многостадийных реакций при аналитическом решении прямой задачи химической кинетики.
8. Математические методы решения обратной задачи химической кинетики.
9. Применение теории групп в кристаллохимии.

10. Численные методы в химии.
11. Математическое моделирование диффузионных процессов с помощью дифференциальных уравнений с частными производными.
12. Применение закона больших чисел и предельных теорем теории вероятностей в экологических исследованиях и в зеленой химии.
13. Основные законы распределения случайных величин и их применение в задачах специального содержания.
14. Статистические методы доказательной медицины.
15. Статистическая обработка результатов химического эксперимента.
16. Множественная линейная корреляция в задачах специального содержания. Реализация моделирования компьютерными средствами.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|------------------------------|--|---|
| Неорганическая химия | Кафедра неорганической химии | нет | Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 30.03.2020) |
| Кристаллохимия | Кафедра неорганической химии | нет | Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 30.03.2020) |
| Строение вещества | Кафедра неорганической химии | нет | Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 30.03.2020) |
| Квантовая химия и строение молекул | Кафедра неорганической химии | нет | Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 30.03.2020) |
| Физическая химия | Кафедра физической химии | нет | Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 30.03.2020) |

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

| №№ п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|-----------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 20 г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И. О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И. О. Фамилия)