

Министерство науки и высшего образования российской федерации
Балтийский федеральный университет имени И. Канта

«Утверждаю»

Директор ОНК Институт высоких
технологий

_____ Юров А.В.

«___» _____ 2025 г.

**Программа комплексного экзамена
по программе магистратуры
Направление 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и технологии
композиционных материалов»**

Калининград
2025 г.

Лист согласования

Составители:

руководитель образовательной программы к.ф.-м.н. Молоканова О.О.;

директор НОЦ «Полимерный и композиционные материалы SmartTextiles»
к.т.н. Молоканова О.А.;

д.т.н. Дебердеев Т. Р.

Программа одобрена Ученым советом ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № ____ от « ____ » _____ 2025 г.

Председатель ученого совета

ОНК «Институт высоких технологий»

_____ Юров А.В

Руководитель образовательной программы _____ Молоканова О.О.

Настоящая программа разработана для поступающих в магистратуру Направление 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Профиль «Материаловедение и технологии композиционных материалов»

Абитуриенты, желающие освоить основную образовательную программу магистратуры по направлению Направление 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов должны иметь образование не ниже высшего образования (бакалавриат, специалитет или магистратура), в том числе образование, полученное в иностранном государстве, признанное в Российской Федерации, и ознакомиться с Правилами приема в Балтийский федеральный университет им. И. Канта на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний, поступающих в магистратуру с точки зрения их достаточности для освоения образовательной программы по направлению Направление 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Комплексный экзамен по программе магистратуры проводится на русском языке в дистанционной форме. Включает в себя письменные ответы по билетам, содержащим 2 теоретических вопроса, на подготовку ответа отводится 60 – 70 минут; и устное мотивационное собеседование 5-7 минут. Экзаменуемый пишет ответы на вопросы билета от руки, так же как рисунки, графики, схемы и формулы. Набор текста на компьютере, а также вставка рисунков, схем и формул из графических файлов, не допускается.

Содержание программы

Раздел 1 Высшая математика

Системы линейных уравнений, метод Гаусса. Матрицы и операции над ними. Определитель матрицы, миноры. Обратные матрицы, метод Крамера. Ранг матрицы. Общий метод решения системы линейных уравнений. Комплексные числа и многочлены. Квадратичные формы, приведение к каноническому виду. Собственные векторы линейного оператора. Скалярное векторное и смешанное произведение векторов. Линии и поверхности 2-го порядка.

Функция, область её определения и способы задания. Основные элементарные функции. Числовая последовательность. Предел числовой последовательности и переменной. Бесконечно большие и бесконечно малые. Основные теоремы о пределах. Предел функции и непрерывность функции. Неопределенности. Первый и второй замечательный пределы и их следствия. Эквивалентности. Непрерывность функции в точке. Свойства непрерывных функций.

Непрерывность элементарных функций. Классификация точек разрыва. Свойства функций, непрерывных на отрезке (теоремы Больцано–Коши и Вейерштрасса).

Производная функции, ее геометрический и физический смысл. Дифференциал функции. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функции. Дифференцирование функций, заданных неявно и параметрически. Производные и дифференциалы высшего порядка. Формула Тейлора.

Экстремумы функции. Теорема Ферма и необходимые условия экстремума. Основные теоремы дифференциального исчисления. Правило Лопиталья. Решение задач оптимизации.

Условия монотонности функции. Необходимое и достаточное условие экстремума. Выпуклость и вогнутость кривой. Асимптоты. Общая схема исследования функции и построения ее графика.

Комплексные числа. Основные понятия. Различные формы комплексного числа. Степени и формула Муавра. Извлечение корня. Формула Эйлера и показательная форма.

Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей на простейшие.

Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Подведение функции под знак дифференциала. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона–Лейбница. Геометрические и механические приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы первого и второго рода и их вычисление.

Физические задачи, приводящие к понятию дифференциального уравнения. Основные понятия ДУ: порядок уравнения, частное и общее решения, задача Коши. Геометрический смысл уравнения первого порядка и его решения. Понятие об особых решениях ДУ. ДУ с разделяющимися переменными. Однородные ДУ. Линейные ДУ первого порядка и уравнения Бернулли.

Раздел 2. Общая физика

Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера. Движение относительно неинерци-

альных систем отсчета. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания, декремент затухания. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье – Стокса. Формула Пуазеля. Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз. Идеальный газ, основные газовые законы. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Больцмана. Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение. Спектральная плотность излучения. Формула Планка. Теплоемкость твердых тел, модели Дебая и Эйнштейна. Теория флуктуации. Поверхностные явления в жидкостях. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия и адсорбция. Кристаллы, симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз. Явления переноса. Диффузия, законы Фика. Внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье. Кинетическое уравнение Больцмана. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова.

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Магнитостатические поля. Закон Био – Савара – Лапласа. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля. Уравнения Максвелла в вакууме. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Уравнения Максвелла в среде. Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости, физический смысл её действительной и мнимой частей. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов при преобразованиях Лоренца. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера. Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева. Интерференция света. Интерферометры. Дифракция

света. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений. Дисперсия и поглощение света. Отражение и преломление света. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэля. Спектральный состав рассеянного света. Рассеяние в мутных средах. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Скин-эффект. Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка. Излучение света атомами и молекулами. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Раздел 3 Общая и физическая химия

Строение вещества и химическая связь. Строение атома. Уравнение Шредингера. Типы химической связи. Периодический закон и периодическая система элементов. Химические системы и учение о химическом процессе. Термодинамические и кинетические характеристики реакций. Кинетика и механизм химических реакций. Скорость химической реакции. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Общие свойства растворов. Способы выражения концентрации. Растворы электролитов. Электролиты сильные и слабые. Теории кислот и оснований. Гидролиз солей. Производство растворимости. Конкурентные процессы в растворах электролитов. Буферные растворы. Окислительно-восстановительные реакции. Стандартные восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Правила запрета. Химия элементов главных подгрупп. Химия водорода и кислорода. Общая характеристика галогенов. Химия металлов главных подгрупп. Халькогениды. Химия переходных элементов. Общая характеристика элементов первого переходного ряда. Нестехиометрические соединения.

Термодинамические функции и термодинамические потенциалы. Фундаментальные уравнения Гиббса. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Соотношения Максвелла. Условия равновесия в гетерогенной системе. Правило фаз. Условия устойчивости. Диаграмма Р-Т однокомпонентной системы. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Критическая точка равновесия жидкость-газ. Парциальные мольные величины. Идеальные и реальные растворы. Законы Рауля и Генри. Двухкомпонентные двухфазные системы. Фазовые диаграммы равновесий. Константа равновесия химической реакции, зависимость её от различных факторов. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Электродный потенциал и уравнение Нернста. ЭДС гальванического элемента.

Классификация, номенклатура и изомерия органических соединений. Основы органической стереохимии. Типы органических соединений. Классификация, типы механизмов и селективность органических реакций. Характеристики химической связи в органических соединениях, её типы и методы описания. Алканы и химия свободных радикалов. Алкены и электронные эффекты в органической химии. Спирты и фенолы. Простые эфиры и оксираны. Карбоновые кислоты и их производные. Нитросоединения. Фосфорорганические соединения. Сераорганические соединения. Аминокислоты, пептиды и белки. Углеводы. Классификация углеводов.

Рекомендованная литература

1. В. И. Смирнов. Курс высшей математики. т. 2, т. 4 ч. 1.
2. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учебник. М.: Физматлит, 2008.
3. Гончаренко В.М., Липагина Л.В., Рылов А.А. Элементы высшей математики: Учебник. М.: Кнорус, 2019.
4. Ильин В. А. Высшая математика: учеб. для студентов вузов / В. А. Ильин, А. В. Куркина; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова М. : Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2012.
5. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т.1, Т.2: - М.: Наука, 1990.
6. И. А. Савельев. Курс общей физики. Т.1, Т.2., Т.3. СПб.: Лань, 2007.
7. Ганкин В. Ю., Ганкин Ю. В. Г 193 Общая химия. XXI век: учеб. пос.: – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011.
8. Вайтнер, В.В. Химия: учебное пособие / В.В. Вайтнер, Е.А. Николенко.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.
9. Свиридов, В. В. Физическая химия : Учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.
10. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.
- 11.

Критерии оценивания уровня знаний

Оценка знаний поступающего в магистратуру производится по 100-бальной шкале. Максимальный балл за каждый теоретический вопрос 43 балла, мотивационное собеседование – 14 баллов. Максимальный балл за весь экзамен – 100. Минимальный балл, соответствующий положительной оценке – 25