

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Председатель приемной комиссии

Ректор

Д.А. Ендовицкий

21 октября 2022

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ  
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ**

**04.04.02 Химия, физика и механика материалов**

Воронеж

2022

Программа разработана на основе ФГОС высшего образования по программе бакалавриата 04.03.02 Химия, физика и механика материалов.

Программа предназначена для поступающих в магистратуру на следующую программу (очная форма обучения):

1. Химия, физика и механика функциональных материалов

### **Вступительное испытание по дисциплине Химия, физика и механика материалов**

**Форма вступительного испытания – письменный экзамен**

#### **Разделы:**

1. Неорганическая химия
2. Физика твердого тела
3. Математика

### **Аннотации к программам по направлению 04.04.02 «Химия, физика и механика материалов» (очная форма обучения)**

#### **1. Наименование магистерской программы:**

**"Химия, физика и механика функциональных материалов"**

#### **Руководитель магистерской программы:**

академик РАН, д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой материаловедения и индустрии наносистем Иевлев В.М.

#### **Краткое описание магистерской программы:**

Программа сочетает фундаментально-теоретическую подготовку и реальную научно-исследовательскую работу в области современного материаловедения, нанотехнологий, наноматериалов и биоматериалов. Учебный план программы отвечает передовым тенденциям развития наукоемких исследований для обеспечения устойчивого инновационного развития общества.

Программа направлена на подготовку элитных исследователей широкого материаловедческого профиля, готовых к самостоятельной научно-исследовательской и теоретической работе в любом научном коллективе.

### **Программа по дисциплине "Химия, физика и механика материалов"**

**1. Наименование раздела: Неорганическая химия**

**2. Составитель: Миттова Ирина Яковлевна, профессор, д.х.н.**

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий**

Понимание принципов, положенных в формирование периодической системы Д.И. Менделеева, ее роли в предсказании основных свойств элементов; знание видов и природы химической связи, закономерностей образования соединений элементов, умение решать химические задачи.

**4. Программа раздела «Неорганическая химия»**

1. Периодический закон как основа химической систематики.

Структура Периодической системы. Периоды и группы. Виды аналогий. Простые вещества как гомоатомные соединения. Металлы и неметаллы в периодической системе. Граница Цинтля.

Бинарные химические соединения. Классификация и кристаллохимическое строение. Изоэлектронные ряды. Постоянство и переменность состава. Оксиды. Водородные соединения. Галогениды. Халькогениды. Пниктогениды. Карбиды, силициды, бориды.

Сложные химические соединения, их классификация. Гидроксиды как характеристические соединения. Кислотно-основные свойства. Амфотерность гидроксидов. Окислительно-восстановительные свойства гидроксидов.

## 2. Химия элементов

Водород. Уникальность положения в Периодической системе. Особенности химических и физических свойств. Гидриды. Вода. Пероксид водорода. Водородная энергетика. Конструкционные материалы для водородной энергетика.

Химия элементов IА-группы. Особенности химии лития. Химия элементов подгруппы меди.

Химия элементов II группы. Особенности химии бериллия. Особенности химии магния. Характеристика элементов подгруппы кальция. Химия элементов подгруппы цинка.

Химия элементов III группы. Особенности химии бора. Соединения бора и их практическое применение. Особенности химии алюминия. Характеристические соединения. Шпинели. Соли кислородных кислот и квасцы. Подгруппа галлия. Современные материалы на основе галлия, индия и таллия. Полупроводники AIIIВV. Характеристика элементов подгруппы скандия и РЗЭ.

Элементы IV группы. Углерод и его соединения. Аллотропные модификации углерода. Фуллерены и нанотрубки. Графен. Особенности химии кремния и его соединений. Кремний как основа полупроводниковой промышленности. Нитрид кремния. Простые и сложные силикаты. Алюмосиликаты. Стекло. Ситаллы. Подгруппа германия. Полупроводниковые устройства на основе германия. Подгруппа титана. Использование титана, циркония и гафния в качестве конструкционных материалов.

Элементы V группы. Особенности химии азота и его соединений. Химия фосфора и его соединений. Подгруппа мышьяка. Подгруппа ванадия. Использование ванадия, ниобия и тантала при производстве конструкционных материалов.

Химия элементов VI группы. Кислород. Оксиды металлов. Оксиды неметаллов. Пероксиды, супероксиды и озониды. Особенности химии серы. Подгруппа селена. Полупроводники AIIВVI. Подгруппа хрома. Хром, молибден, вольфрам – компоненты конструкционных материалов.

Химия элементов VII группы. Галогены. Особенности химии фтора. Хлор. Подгруппа брома. Галогениды металлов — материалы с уникальными электрофизическими, оптическими свойствами. Химия элементов подгруппы марганца. Использование марганца и рения в конструкционных материалах.

Химия элементов VIII группы. Металлы триады железа. Ферриты. Магнитные и каталитические свойства ферритов. Черная металлургия. Чугуны и стали. Характеристика платиноидов. Металлы VIII группы – основа конструкционных материалов.

## 5. Список рекомендуемой литературы (основной, дополнительной)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Неорганическая химия : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. : Academia, 2004. – Т. 2. – 365 с.; Т. 3. кн. 1 – 348 с.; Т. 3. кн. 2 – 399 с.
2	Угай Я.А. Общая и неорганическая химия : учеб. для студ. вузов, обуч.

	по на-правлению и специальности "Химия" / Я.А. Угай. – Изд. 5-е, стер. – М. : Высш. шк., 2007. – 526 с.
3	Неорганическая химия. Химия элементов: учебник в 2 т. / Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. – Т. 1. – 538 с.; Т. 2. – 670 с.

### 1. Наименование раздела: Физика твердого тела

2. Составитель: Иевлев Валентин Михайлович, профессор, д.ф.-м.н., академик РАН

### 3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий

Иметь представления о кристаллической структуре материалов и о видах ее дефектов. Знание классических и квантовых представлений о свойствах твердых тел: механических, электрических, оптических, типов химической связи.

### 4. Программа раздела «Физика твердого тела»

1. Кристаллические, аморфные и жидкие конденсированные среды. Симметрия кристаллов. Элементарная ячейка. Решетка Браве. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Брэгга. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.

0-мерные, 1-мерные, 2-мерные и 3-мерные дефекты кристаллов: их природа, их поведение и влияние на свойства кристаллов. Методы исследования структуры.

#### 2. Энергетический спектр кристаллов

Описание энергетического состояния кристалла при помощи газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фотоны, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы.

Колебания решетки – фононы. Акустическая и оптическая колебаний. Теплоемкость решетки. Дебаевская частота. Фактор Дебая-Уоллера в рассеянии рентгеновских лучей. Ангармонизм и тепловое расширение.

#### 3. Термодинамика и фазовые переходы

Равновесия фаз. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Твердые растворы и промежуточные фазы. Равновесие в многокомпонентных системах. и правило фаз. Диаграммы равновесия. Кинетика фазовых превращений. Диффузионные и бездиффузионные превращения.

#### 4. Свойства твердых тел. Металлы. Электро- и теплопроводность. Механизм рассеяния электронов. Магнитосопротивление и эффект Холла.

Полупроводники. Электронная структура типичных полупроводников. Германий. Узкозонные полупроводники. Примесные уровни. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости. P-n переходы. Фотопроводимость.

Основные свойства сверхпроводников. Сверхпроводники 1 и 2 рода.

Диэлектрики. Электрострикция и пьезоэлектричество. Пирозлектрики и сегнетоэлектрики. Электрический гистерезис.

Механические свойства: прочность и пластичность кристаллов. Магнитные свойства: диамагнетизм свободного электронного газа; спиновый парамагнетизм; ферромагнетизм; антиферромагнетики; ферриты. Оптические свойства: механизм поглощения фотонов; люминисценция.

### 5. Список рекомендуемой литературы (основной, дополнительной)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Епифанов Г.И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г.И. Епифанов. – Изд. 3-е, испр. – СПб. [и др.] : Лань, 2010. — 287 с.
2	Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с англ. под общ. ред. А.А. Гусева. – М. : МедиаСтар, 2006. – 790 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Ашкрофт Н. Физика твердого тела : [в 2 т.] / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – М. : Мир, 1979.
4	Кравченко А.Ф. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности / А.Ф. Кравченко, В.Н. Овсянко. – Новосибирск: НГУ, 2000.– 450 с.
5	Фишер И.З. Статическая теория жидкостей / И.З. Фишер. – М.: Наука, 1961. – 280 с.
6	Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей / Я.И. Френкель – Л.: Наука, 1975. – 592 с.
7	Жен П.Ж. Физика жидких кристаллов / П.Ж. Жен. – М.: Мир, 1977. – 400 с.
8	Павлов П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2000. – 493 с.
9	Беляков В.А. Жидкие кристаллы / В.А. Беляков – М.: Знание, 1986. – 160 с.
10	Чупрунов Е.В. Кристаллография / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев. – М.: Физматлит, 2000. – 336 с.
11	Структура и свойства внутренних поверхностей раздела / Под редакцией Б.С.Бокштейна. М.: Металлургия, 1988. – 245 с.
12	Бехштадт Ф. Поверхности и границы раздела полупроводников / Ф. Бехштадт, Р. Эндерлайн. – М.: Мир, 1990. – 488 с.
13	Чалмерс Б. Теория затвердевания / Б. Чалмерс. – М.Металлургия, 1968. – 288 с.
14	Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов / А.С. Сонин. – М.: Наука, 1983. – 320 с.

**1. Наименование раздела: Математика**

**2. Составитель: Прижимов Андрей Сергеевич, к.ф.-м.н.**

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий**

Знание основ математического анализа, теории функций комплексного переменного, векторного и тензорного анализа. Владение основными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, навыками решения задач теории вероятностей и математической статистики. Знание основ векторной алгебры, теории линейных пространств, теории матриц и операторов, теории групп. Владение методами исследований функций и построения графиков.

**4. Программа раздела «Математика»**

1. Математический анализ

Свойства множеств действительных и комплексных чисел, теория пределов, свойства непрерывных функций одной и нескольких переменных, дифференцируемые функции, формула Тейлора, методы исследования функций и построения графиков, задачи на экстремум, формулы и методы неопределенного интегрирования, определенные интегралы,

формула Ньютона-Лейбница, кратные, криволинейные, поверхностные интегралы, числовые ряды, функциональные ряды.

## 2. Высшая алгебра и аналитическая геометрия

Системы координат на плоскости и в пространстве, векторная алгебра, основные виды уравнений прямой и плоскости, линии и поверхности второго порядка. Основы теории линейных пространств, теория матриц и определителей, системы линейных уравнений, вещественные и комплексные евклидовы пространства, линейные операторы, полиномы и их корни, элементы теории групп.

## 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Уравнения первого,  $n$ -го порядка, системы уравнений, линейные дифференциальные уравнения, постановки задач и методы решения основных типов уравнений, устойчивость, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

## 4. Уравнения математической физики

Линейные уравнения с частными производными второго порядка, их классификация, характеристики, уравнения гиперболического, параболического и эллиптического вида.

## 5. Векторный и тензорный анализ

Скалярные и векторные поля, градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа.

## 6. Теория вероятности и математическая статистика

Дискретное вероятностное пространство, геометрические вероятности, пространство элементарных событий, условная вероятность, случайные величины дискретного и непрерывного типа, функции распределения, математическое ожидание, дисперсия, моменты, коэффициент корреляции, важнейшие дискретные и непрерывные распределения.

## 5. Список рекомендуемой литературы (основной, дополнительной)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Математический анализ : учебник : в 2 ч. / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова; под ред. А.Н. Тихонова. – М. : Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2004
2	Бахвалов Н.С. Численные методы : учебное пособие для студ. физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – 6-е изд. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. – 636 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Высшая математика : Учебник для студ. вузов / В.С. Шипачев. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 1996. – 479 с.
4	Сборник задач и упражнений по математическому анализу : Учебное пособие для студ. физ. и мех.-мат. специальностей вузов / Б.П. Демидович. – 10-е изд., испр. – М. : Наука : Физматлит, 1990. – 624 с.
5	Уравнения математической физики : Учебник для студ. вузов / В.С. Владимиров, В. В. Жаринов. – М. : Физматлит: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 398 с.

**Критерии оценки качества подготовки поступающего**

Максимальное количество баллов за ответ – 100 (40 баллов – полный ответ на вопрос по профильной дисциплине, по 30 баллов – полные ответы на вопросы по двум непрофильным дисциплинам). При наличии в ответе поступающего ошибок оценка снижается за каждую ошибку на:

40 или 30 баллов - отсутствие ответа на вопросы по соответствующим дисциплинам;

15 баллов - принципиальная ошибка: незнание и неумение применить основные законы, определения и понятия соответствующей дисциплины, если эта ошибка не соответствует отсутствию ответа – см. выше;

5 баллов:

- при неполном ответе – отсутствие а) реакций, полностью характеризующих свойства, способы получения и применение химических веществ; б) объяснения закономерностей протекания химических реакций, изменения свойств химических веществ; в) примеров, характеризующих основные законы, определения и понятия химии;

- неточные формулировки законов и понятий; неточности в уравнениях и схемах реакций, в написании химических, электронных, структурных (графических) формул, если они не носят принципиального характера, ошибки в номенклатуре химических веществ;

3 балла - арифметические ошибки в расчетах.

40 – минимальное количество баллов

## Образец контрольно-измерительного материала

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫС-  
ШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
председатель приемной комиссии

\_\_\_\_\_ Д.А. Ендовицкий

*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2016

Направление подготовки: 040402 Химия, физика и механика материалов

Вступительное испытание по дисциплине Химия, физика и механика материалов

1. Неорганическая химия
2. Физика твердого тела
3. Математика

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Структура Периодической системы. Периоды и группы. Виды аналогий.
2. Описание энергетического состояния кристалла при помощи газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фотоны, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы.
3. Системы координат на плоскости и в пространстве, векторная алгебра, основные виды уравнений прямой и плоскости, линии и поверхности второго порядка.

Председатель экзаменационной комиссии \_\_\_\_\_  
*подпись*

В.М. Иевлев  
*расшифровка подписи*