



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Байкальский институт природопользования  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(БИП СО РАН)

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании Ученого совета БИП СО РАН  
протокол № 4 от «19» апреля 2023 г.  
Председатель Ученого совета, д.х.н., доц.  
В.Ф. Бурдуковский



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
по научной специальности 1.4.1 Неорганическая химия**

Программа одобрена на заседании Ученого совета  
Протокол № 4 от 19 апреля 2023 г.

Улан-Удэ  
2023 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы неорганической химии, ее теоретические основы (строение вещества, термодинамика и кинетика), химию элементов, свойства и методы синтеза основных классов неорганических соединений, а также методы их исследования.

### **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали ( $s$ ,  $p$ ,  $d$ ,  $f$ ), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по атомным орбиталям. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Термы атомов, правило Хунда. Строение атомного ядра. Превращения атомов.

Периодический закон Д.И. Менделеева, его современная формулировка. Закон Мозли. Структура Периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты Периодической таблицы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов (радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону, электроотрицательности). Диагональное сходство элементов в Периодической системе. Вторичная периодичность.

Природа химической связи. Основные характеристики и типы химической связи. Ковалентная связь. Метод валентных связей. Модель Гиллеспи. Метод молекулярных орбиталей. Ионная связь. Металлическая связь. Основные представления о строении твердого тела. Межмолекулярные взаимодействия. Ван-дер-вальсово взаимодействие: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Природа водородной связи. Влияние водородной связи на свойства веществ.

Комплексные (координационные) соединения. Типы и номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Природа химической связи в комплексных соединениях. Строение комплексных соединений с позиций методов валентных связей (МВС), теории кристаллического поля (ТКП) и теории поля лигандов (ТПЛ). Сравнение возможностей МВС, ТКП и ТПЛ в описании строения комплексных соединений. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений. Механизмы реакций комплексных соединений.

Общие закономерности протекания химических реакций. Начала химической термодинамики. Энергетика химических и фазовых превращений. Направление процессов в физико-химических системах. Фазовые равновесия и фазовые диаграммы. Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях. Стандартный окислительно-

восстановительный потенциал. Основные формы представления. стандартных электродных потенциалов. Уравнение Нернста. Химические источники тока. Электролиз.

Равновесия в растворах. Специфика реакций в водных и неводных растворах. Теория электролитической диссоциации. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Кислоты и основания Льюиса.

Кинетика и механизмы химических реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

## **ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ**

Положение  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и  $f$ -элементов в Периодической системе. Особенности электронных конфигураций. Характерные степени окисления. Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств в основных классах соединений.

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Синтез веществ в различных фазовых состояниях. Твердофазный синтез и его особенности. Способы активирования твердофазных реагентов. Возможности «мягкой химии». Синтез на основе последних достижений неорганической и физической химии. Возможности кристаллохимического дизайна для синтеза новых соединений с функциональными свойствами.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Общие представления о физических методах исследования неорганических соединений. Дифракционные, спектральные и термические методы исследования. Основы методов, их возможности и ограничения. Использование современных методов исследования для установления взаимосвязи между составом, строением и свойствами неорганических соединений.

## **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Неорганическая химия. В 3-х томах / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии. Т. 2: Химия непереходных элементов. Т. 3 (в 2-х книгах): Химия переходных элементов. М.: Издательский центр «Академия», 2004.
2. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов. М.: Изд-во МГУ, 2007. Т. 1, 2.
3. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Изд-во МГУ, 1991, 1994. Т. 1, 2.

4. Шевельков А.В., Дроздов А.А., Тамм М.Е. Неорганическая химия. М.: Лаборатория знаний, 2023.
5. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. Т. 1, 2 (Серия «Лучший зарубежный учебник»).
6. Шрайвер Д., Эткис П. Неорганическая химия. В 2-х томах. М.: Мир, 2004 (Серия «Лучший зарубежный учебник»).
7. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Т. 1–3.
8. Хьюи Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность. М.: Химия, 1987.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гиллеспи Р, Харгиттаи И. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. М.: Мир, 1992.
2. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
3. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. М.: Издательский центр «Академия», 2007.
4. Кнопре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкатов В.С. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
5. Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. М.: Мир, 1985.
6. Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир, 1981. Т. 1, 2.
7. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Строение вещества. М.: Высшая школа, 1978.
8. Хаускрофт К. Е., Констейбл Э.К. Современный курс общей химии. М.: Мир, 2002. Т. 1, 2 (Серия «Лучший зарубежный учебник»).
9. Некрасов Б. В. Основы общей химии. СПб.: Лань, 2003. Т. 1, 2.
10. Пиментел Дж., Кунрод Дж. Возможности химии сегодня и завтра. М.: Мир, 1992.
11. Полторак О.И., Ковба Л.М. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Изд-во МГУ, 1984.
12. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: ВХК РАН, 1999.
13. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. СПб.: Лань, 2023.
14. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2007.
15. Вест А. Химия твердого тела. М.: Мир, 1988. Ч. 1, 2.
16. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов. М.: Изд-во МГУ: Наука, 2006.
17. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир, 1987. Т. 1–3
18. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 (Серия «Лучший зарубежный учебник»).