


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР**  
**«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**  
(ФИЦ КНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФИЦ КНЦ РАН по научной работе,  
кандидат биологических наук



 Е.А. Боровичев

15 марта 2022 г.

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ**  
**ДИСЦИПЛИНЕ**

Образовательная программа высшего образования – программа подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
научная специальность – **2.6.7 Технология неорганических веществ**

Апатиты  
2022

## ВВЕДЕНИЕ

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФИЦ КНЦ РАН по научной специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

Поступающий должен показать знания программного содержания теоретических дисциплин, иметь представление о фундаментальных работах и публикациях периодической печати в избранной области, ориентироваться в проблематике дискуссий и критических взглядов ведущих ученых по затрагиваемым вопросам, уметь логично излагать материал, показать навыки владения исследовательским аппаратом применительно к области специализации и сфере деятельности.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СДАЧЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

*Поступающие в аспирантуру должны продемонстрировать:*

- глубокие теоретические знания в области избранной научной дисциплины;
- достаточно полное представление об источниках, фундаментальных работах и последних достижениях науки в данной области;
- способность ориентироваться в дискуссионных проблемах избранной отрасли науки;
- способность владением понятийно-исследовательским аппаратом применительно к области специализации;
- умение логично, аргументировано излагать материал.

## КРИТЕРИИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ

Оценка "отлично" ставится, если абитуриент:

- дает исчерпывающий ответ, демонстрирует знание альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, отечественного и зарубежного опыта;
- владеет современной нормативной базой, умеет раскрыть роль анализируемого явления в российской и мировой экономике;
- умеет аргументировать свою точку зрения, делать самостоятельные выводы и рекомендации;
- владеет научной терминологией и безошибочно раскрывает содержание используемых терминов, грамотно, литературно, логично излагает материал.

Оценка "хорошо" ставится, если абитуриент:

- дает полный ответ на поставленные вопросы, демонстрирует знание основных альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, отечественного и зарубежного опыта;
- владеет основными нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- умеет оценить значение анализируемого явления для российской и мировой экономики;
- умеет аргументировать ключевые положения ответа, делать самостоятельные выводы и рекомендации;

- в целом владеет научной терминологией, но в отдельных случаях не может раскрыть содержание используемых терминов, грамотно, логично излагает материал. Допускается 1-2 незначительные ошибки, фактические и/или смысловые.

Оценка "удовлетворительно" ставится, если абитуриент:

- дает недостаточно полный ответ, демонстрирует знание отдельных, не всегда наиболее важных альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, не имеет системных представлений об отечественном и зарубежном опыте;
- не владеет основными нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- испытывает серьезные затруднения при попытке оценить значение анализируемого явления для российской и мировой экономики;
- испытывает серьезные затруднения при попытках аргументировать ключевые положения ответа, сделать самостоятельные выводы и рекомендации;
- недостаточно владеет научной терминологией и часто испытывает затруднения при определении содержания используемых терминов;
- в целом способен логично изложить материал, однако допускает существенные ошибки с точки зрения логической последовательности.

Допускается не более 3-4 ошибок, фактических и/или смысловых.

Оценка "неудовлетворительно" ставится, если абитуриент:

- дает ответ, который носит фрагментарный характер, не знает альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, имеет поверхностные представления об отечественном и зарубежном опыте;
- не владеет нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- не способен оценить значение анализируемого явления для российской и мировой экономики;
- не в состоянии аргументировать ключевые положения ответа, сделать самостоятельные выводы и рекомендации;
- не владеет научной терминологией, не способен определить содержание используемых терминов;
- не может логично изложить материал.

## **РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЯ**

Термодинамические свойства неорганических веществ - энергия Гиббса, энтропия и энтальпия образования. Тепловой эффект химической реакции. Химический потенциал и фазовые равновесия в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Константа равновесия гомогенных и гетерогенных реакций.

Кинетика гомогенных и гетерогенных процессов, способы ускорения химических превращений. Скорость химической реакции, ее зависимость от концентрации реагентов и температуры. Уравнение Аррениуса. Закон действующих масс. Фазовые диаграммы многокомпонентных систем. Использование фазовых диаграмм для выбора и расчета рациональных способов переработки неорганических продуктов.

Окислительно-восстановительные реакции. Типы окислительно-восстановительных реакций. Влияние среды на характер реакций. Направление реакций.

Виды катализа, стадии протекания и пути интенсификации процессов катализа. Особенности процессов в неподвижном и взвешенном слоях катализатора. Общая характеристика процесса кристаллизации. Разделение смесей кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Абсорбция, адсорбция, ионный обмен, экстракция. Особенности процессов разделения и технические способы их реализации. Сырьевые ресурсы и основные направления их переработки. Способы подготовки сырья: дробление, флотация, обжиг, растворение, сепарация.

Промышленные газы. Свойства, применение и способы получения инертных газов, азота, кислорода, водорода, синтез-газа. Связанный азот. Технология аммиака и азотной кислоты. Их свойства и применение.

Серная и другие минеральные кислоты. Свойства и применение серной, фосфорной, соляной и фтористоводородной кислот. Способы их производства из различного сырья.

Минеральные удобрения. Азот-, фосфор- и калийсодержащие удобрения, комплексные удобрения, микроудобрения. Свойства и применение. Способы получения.

Сода и щелочные продукты. Сода, поташ, гидроксиды натрия и калия. Свойства и применение. Способы получения. Особо чистые вещества. Классификация, природа примесей. Методы анализа и глубокой очистки веществ.

Требования к конструкционным материалам и чистоте технологической среды. Твёрдофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Гидротермальный синтез. Методы физико-химического анализа: дифференциально-термический и термогравиметрический анализ; рентгенофазовый анализ; метод электронной микроскопии и микроразночного анализа.

Методы выращивания монокристаллов и их классификация. Фазовые диаграммы. Фазовая диаграмма ниобата лития. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Дефекты в кристаллах различных типов. Общие понятия о методах выращивания монокристаллов, их классификация. Диэлектрические, полупроводниковые и металлические кристаллы. Сегнетоэлектрики. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов.

Основные типы кристаллических структур. Развитие представлений о химической связи и валентности. Химические и физические свойства веществ с различными типами связей. Энергия кристаллической решетки. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Дефекты кристаллических решеток. Реальные кристаллы. Геометрические представления о строении кристаллов: элементы симметрии кристаллической решетки. Сингонии – кубическая, гексагональная и т.д. Индексы граней. Типы кристаллических решеток.

Испускание и поглощение света атомами, молекулами и кристаллами. Фотоны. Общие понятия. Спектры поглощения молекул. Электронная, колебательная и вращательная составляющие уровни энергии. Общие понятия. ИК и УФ спектры поглощения молекул. Комбинационное рассеяние света молекулами и кристаллами. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ. Колебательная спектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Лазерная коноскопия и ФРРС.

### **Основная литература**

1. Андреев Б.М., Зельвенский Я.М., Кательников С.Г. Разделение стабильных изотопов физико-химическими методами. М.: Энергоатомиздат, 1982. 208 с.
2. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. М.: Химия, 1999. 472 с.
3. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1985. 385 с.
4. Карапетьянц М.Х. Введение в теорию химических процессов. М.: Высшая школа, 1981. 333 с.
5. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
6. Основы жидкостной экстракции, под ред. Г.А. Ягодина, М.: Химия, 1981. 400 с.
7. Позин М.Е., Зинюк Р.Ю. Физико-химические основы неорганической технологии. Л.: Химия, 1985. 369 с.
8. Семенов В.П., Кисилев Г.Ф., Орлов А.А. Производство аммиака. М.: Химия, 1985. 368 с.
9. Степин Б.Д., Горштейн И.Г., Блюм Г.З., Курдюмов Г.М., Оглоблина И.П. Методы получения особо чистых неорганических веществ. Л.: Химия, 1969. 480 с.
10. Электротермические процессы химической технологии, под ред. В.А. Ершова. Л.: Химия, 1984. 464 с.

### **Дополнительная литература**

1. Пархоменко В.Д., Цыбунов П.Н., Краснокутский Ю.И. Технология плазмохимических процессов. Киев.: Выща школа, 1991. 256 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Л.: Химия, 1989. 352 с.
3. Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции. М.: Наука, 1980. 324 с.
4. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. М.: Химия, 1978. 359 с.
5. Широков Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ. Иваново: ИГХТУ, 2000. 336 с.