

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО  
СЫРЬЯ ИМ. И.В. ТАНАНАЕВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Аспирантура



Вр. и.о. директора института

Т.Н.Васильева

2015 г.

Протокол Ученого совета  
№ 23 от «18» декабря 2015 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
Государственной итоговой аттестации**

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению подготовки высшей квалификации  
22.06.01 Технологии материалов  
(профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ)

Уровень – подготовка кадров высшей квалификации.  
Квалификация выпускника –  
Исследователь. Преподаватель-исследователь.  
Форма обучения – очная.  
Срок освоения – 4 года.

Апатиты, 2015 г.

1. К государственной итоговой аттестации допускаются лица, освоившие в полном объеме программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 22.06.01 Технологии материалов (профиль направления 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов).

## **2. Критерии оценочные критерии государственного экзамена.**

Экзаменационный билет включает 3 вопроса, из них 2 вопроса по дисциплине кандидатского экзамена и один вопрос по дисциплине по выбору в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант. Билеты формирует аттестационная комиссия в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант.

При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

«отлично»- минимум 3 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует об отличных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«хорошо» - минимум 2 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует о хороших знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«удовлетворительно» - минимум 1 вопрос билета имеет полный и правильный ответ. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных, но удовлетворительных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи;

«неудовлетворительно» - три вопроса билета не имеют ответа. Содержание ответов свидетельствует об отсутствии знаний выпускника и о его неумении решать профессиональные задачи. Получение оценки «неудовлетворительно» на итоговом экзамене не лишает аспиранта права на продолжение обучения, и сдавать экзамен повторно.

## **3.Перечень вопросов Государственного экзамена**

### **3.1.Вопросы по дисциплине кандидатского экзамена «05.16.02. Metallургия черных, цветных и редких металлов»**

1. Пирометаллургическое и химическое кондиционирование титановых концентратов
2. Способы снижения активности (пассивирование) сварочных материалов.
3. Влияние газов на свойства наплавленного металла.
4. Образование пор в сварных швах и пути их предотвращения.
5. Производство флюсов для сварки. Печи для выплавки флюсов.
6. Гидрометаллургическая технология сфенового, лопаритового и перовскитового концентратов.
7. Сырьевые источники титана, ниобия и тантала на Кольском полуострове.
8. Осаждение малорастворимых соединений. Факторы, влияющие на растворимость солей.
9. Сырьевые источники сварочных материалов на Кольском полуострове.
10. Выделение Nb, Ta, Ti в технологии лопарита (при серноокислотной, солянокислотной и комплексной технологиях)
11. Диоксид кремния. Физико-химические свойства, получение, применение. Кремниевые кислоты.
12. Энергия ионизации и радиусы атомов d-элементов. Степени окисления d-элементов. Простые вещества d-элементов. Описание комплексных соединений с позиции теории кристаллического поля, теории молекулярных соединений.

- Электронная конфигурация комплексообразования и строение комплексов. Комплексы с органическими лигандами.
13. Способы подготовки сырья: дробление, флотация, обжиг, растворение и сепарация.
  14. Основные методы очистки воды.
  15. Щелочные способы переработки нефелина. Способы спекания с известняком. Гидрохимический способ. Способ спекания высокощелочной шихты. Способ переработки нефелинов с регенерацией карбоната кальция.
  16. Кислотные и кислотно-щелочные способы переработки нефелина. Краткая характеристика азотнокислотных, солянокислотных и сернокислотных методов переработки нефелина.
  17. Коагуляция и флокуляция. Виды коагулянтов и флокулянтов. Производство коагулянтов в России и за рубежом. Физико-химические свойства неорганических коагулянтов. Тенденции применения различных реагентов для очистки воды в России и за рубежом.
  18. Технологии промышленного получения алюмо- и железосодержащих коагулянтов.
  19. Проблемы защиты окружающей среды. Охрана атмосферы. Охрана гидросферы.
  20. Безотходная технология. Комплексное использование сырья. Ноосфера.
  21. Физико-химические основы металлургического, карботермического и электролитического способов производства тантала и ниобия.
  22. Сопоставление магнийтермического и натрийтермического процессов восстановления четыреххлористого титана.
  23. Основы йодидного способа рафинирования титана и циркония.
  24. Технология производства металлического титана.
  25. Способы разделения гафния и циркония.
  26. Электролитическое получение кальция.
  27. Особенности электрохимической кинетики в расплавленных солях.
  28. Растворение металлов в расплавленных солях. Анодный эффект.
  29. Термодинамические свойства расплавленных солей – химические цепи с индивидуальными электролитами.
  30. Термодинамические свойства расплавленных солей – химические цепи с расплавленными солевыми смесями.
  31. Свинцовый, серебряный и натриевых электроды сравнения для расплавленных солей.
  32. Экстракция нейтральными экстрагентами.
  33. Гидрометаллургическая технология сфенового, лопаритового и перовскитового концентратов.
  34. Сырьевые источники титана, ниобия и тантала на Кольском полуострове.
  35. Катионообменные экстрагенты.
  36. Применение фторидных растворов в технологии ниобия и тантала
  37. Осаждение малорастворимых соединений. Факторы влияющие на растворимость солей.
  38. Общая характеристика элементов подгруппы ванадия
  39. Общая характеристика металлов. Изменение металлических свойств по периоду и подгруппе Периодической системы. Основные классы химических соединений металлов
  40. Экстракция как метод разделения близких по свойствам редких металлов (ниобия и тантала)
  41. Разделение ниобия и тантала и очистка их соединений от примесей.
  42. Взаимосвязь электронного строения ниобия и тантала и их физических и химических свойств
  43. Извлечение ниобия и тантала в технологии лопарита

44. Кинетика и механизм процессов выщелачивания. Стадии выщелачивания, внешнедиффузионная, внутридиффузионная и кинетическая области протекания процесса. Обобщающее выражение для скорости взаимодействия в системе твердое — жидкость.
45. Выделение Nb, Ta, Ti в технологии лопарита (при сернокислотной, солянокислотной и комплексной технологиях)
46. Тантал и ниобий. Способы разложения рудных концентратов различного типа (танталит-колумбит, лопарит, пироксид). Закономерности соосаждения малорастворимых соединений. Изоморфное, адсорбционное соосаждение.
47. Влияние условий осаждения на структуру образующихся осадков.
48. Старение осадков. Области применения кристаллизации в гидрометаллургии
49. Способы разложения рудных концентратов различного типа (танталит-колумбит, лопарит, пироксид)
50. Основы процессов получения редкоземельных металлов.
51. Кинетика и механизм процессов выщелачивания. Стадии выщелачивания, внешнедиффузионная, внутридиффузионная и кинетическая области протекания процесса. Способы воздействия на скорость выщелачивания.
52. Способы получения монокристаллов тугоплавких металлов и физико-химические основы удаления примесей.
53. Методы исследования свойств тугоплавких металлов и порошков.
54. Вредные факторы и техника безопасности при работе с порошками редких металлов.
55. Основы вакуумной техники. Вакуумные насосы и методы измерения остаточного давления.
56. Общая характеристика процессов экстракции, примеры их использования. Основные типы органических экстрагентов и разбавителей. Количественные характеристики экстракции. Типы экстракционных процессов. Сольватный и гидратно-сольватный механизмы экстракции. Методы определения состава экстрагируемых .
57. Закономерности соосаждения малорастворимых соединений. Изоморфное, адсорбционное соосаждение. Влияние условий осаждения на структуру образующихся осадков. Старение осадков комплексов.
58. Понятие о выделении металлов цементацией. Термодинамические, кинетические процессы и механизм цементации. Побочные процессы при цементации.
59. Общие принципы извлечения меди, никеля, свинца, цинка из руд и концентратов.
60. Гидрометаллургия меди. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке. Химизм основных реакций выщелачивания. Практика кучного, бактериального и автоклавного выщелачивания. Техничко-экономические показатели процессов.
61. Карбонильный процесс получения никеля.
62. Сырьевые источники редких элементов на Кольском полуострове.
63. Технология извлечения платиновых металлов из медно-никелевого сырья.
64. Катодные и анодные процессы, основные законы электролиза. Характеристики электролиза, совместный разряд ионов (термодинамическая и кинетическая оценка).
65. Жаропрочные сплавы. Свойства и применение.
66. Основы процессов получения металлов высокой чистоты.
67. Титаномагнетитовый концентрат. Его характеристика. Минеральные и химические примеси. Технологии переработки.
68. Восстановление оксидов железа твердым углеродом, водородом и CO.

69. Последовательность уравнений реакций карботермического восстановления титаномагнетитового концентрата?
70. Печи черной металлургии
71. Титан, цирконий и гафний. Основы современной технологии производства четыреххлористого титана. Обзор и сопоставление способов получения искусственного рутила из ильменитовых концентратов.
72. Цикл Борна-Хабера.
73. Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Условия равновесия.
74. Зависимость теплоты процесса от температуры (уравнение Кирхгоффа).
75. Второй закон термодинамики.
76. Диффузия в твердых телах. Эффект Киркендаля. Дефекты в твердом теле и диффузионная подвижность.
77. Изобарно-изотермический потенциал.
78. Электроды сравнения в солевых расплавах.
79. Деполяризация при сплавообразовании.
80. Виды электродной поляризации (перенапряжения).
81. Растворение металлов в расплавленных солях.
82. Изменение свободной энергии при химических реакциях. Зависимость константы равновесия от температуры.
83. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.
84. Растворы. Парциальные молярные величины.
85. Топохимические реакции.
86. Растворы. Закон Рауля.
87. Активность. Коэффициент активности. Стандартное состояние.
88. Строение двойного слоя в солевых расплавах.
89. Основы процессов получения редкоземельных металлов.
90. Вредные факторы и техника безопасности при работе с порошками редких металлов.
91. Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов металлов в различной степени окисления в периодах и подгруппах ПС.
92. Теоретические основы кинетики выщелачивания.
93. Основные типы экстракционных процессов Экстракция нейтральными экстрагентами
94. Виды экстрагентов
95. Методы изучения механизма экстракции
96. Общая характеристика элементов подгруппы титана
97. Производство соляной и серной кислоты
98. Производство титана сернокислотным методом
99. Гидрометаллургия лопарита
100. Обзор способов переработки окисленных никелевых руд.
101. Химические свойства элементов подгруппы железа (Fe, Ni, Co).
102. Производство соляной кислоты.
103. Конструкция экстракционных аппаратов. Преимущества и недостатки различных видов экстракторов.
104. Способы переработки шлаков, пыли цветной металлургии.
105. Физико-химические основы металлургического, карботермического и электролитического способов производства тантала и ниобия.
106. Сопоставление магнийтермического и натрийтермического процессов восстановления четыреххлористого титана.
107. Основы йодидного способа рафинирования титана и циркония.
108. Технология производства металлического титана.

109. Способы разделения гафния и циркония.
110. Электролитическое получение кальция.
111. Особенности электрохимической кинетики в расплавленных солях.
112. Растворение металлов в расплавленных солях. Анодный эффект.
113. Термодинамические свойства расплавленных солей – химические цепи с индивидуальными электролитами.
114. Термодинамические свойства расплавленных солей – химические цепи с расплавленными солевыми смесями.
115. Свинцовый, серебряный и натриевых электроды сравнения для расплавленных солей.

### 3.2. Вопросы по дисциплине по выбору «Функциональные наноструктурированные материалы»

1. В чём отличие нанотехнологии от существующей промышленной технологии?
2. В чём сущность размерных эффектов в микро- и нанотехнологии?
3. В чём состоит различие терминов «нанокластер» и «наночастица»?
4. В чём вы видите причины низкой устойчивости свободных нанокластеров!
5. Дайте определение термину «наноструктура». Что можно сказать о классификации наноструктур.
6. Каков минимальный и максимальный диаметр углеродных нанотрубок? Поверхностные характеристики углеродных нанотрубок.
7. Способы получения углеродных нанотрубок, их достоинства и недостатки.
8. Укажите движущие силы роста углеродных нанотрубок. Можно ли управлять электронными свойствами углеродных нанотрубок?
9. Приведите примеры неуглеродных нанотрубок, причины их роста и способы получения.
10. Приведите способы получения тонких плёнок, укажите достоинства и недостатки этих методов.
11. Перечислите основные условия для формирования эпитаксиальных плёнок?
12. Охарактеризуйте основные типы магнитных наноматериалов. Что общего и в чём различия в природе магнитных свойств ферро-, ферри- и антиферромагнетиков?
13. Наблюдаемые дефекты в наноматериалах. Как они влияют на проявляемые материалом механические свойства?
14. Направление модификации объёмных материалов с целью улучшения их механических характеристик.
15. Почему именно с углеродными нанотрубками связывают грядущий бум в наноматериаловедении?
16. Методы синтеза наноматериалов. В чём суть подходов «Top down» и «Bottom-up»?
17. Дайте определение «золь-гель метода» получения наноматериалов.
18. Перечислите основные недостатки «золь-гель метода».
19. В чём суть гидротермального метода синтеза материалов?
20. Что такое микро- и миниэмульсии? Каким образом их используют для получения наночастиц?
21. Почему при получении функциональных материалов важно, чтобы они состояли из наночастиц с узким распределением по размерам? Какие существуют методы разделения наночастиц по размерам?
22. Каковы основные признаки консервативной и диссипативной самоорганизации?
23. Образование массивов из наночастиц. Какие условия необходимы для формирования таких массивов?
24. Из каких строительных блоков состоит структура цеолитов? Каким образом можно менять состав цеолитов, не изменяя при этом их структуры?

25. Чем определяется размерность наноструктур, синтезируемых в матрицах цеолитов?
26. Каким образом можно получать мезопористые материалы с заданной структурой и размером пор? Как можно управлять структурными параметрами таких материалов?
27. В чём состоят преимущества и недостатки использования соединений переменного состава (алюмосиликатов, СДГ) при их использовании в качестве нанореакторов для получения наночастиц?
28. Для каких применений важна монодисперсность и параметр анизотропии наночастиц; в каких случаях эти параметры не имеют принципиального значения?
29. Какие потенциальные области применения функциональных наноматериалов Вы знаете?
30. При каких условиях в системе происходит процесс самоорганизации? Приведите пример самоорганизации в технологических процессах.
31. Что такое синергетика?
32. Почему возникла проблема невоспроизводимости в нанотехнологии?
33. Какова роль поверхностных атомов в наноразмерных эффектах? Величины наноразмерных эффектов?
34. Что такое супрамолекулярная химия?
35. Что такое аэрогель и ксерогель?
36. Что такое композит и нанокompозит? Три класса композиционных материалов и два класса нанокompозитов.
37. Что такое алмазоподобный углерод и алмазоподобный нанокompозит?

### **3.3. Вопросы по дисциплине по выбору «Физико-химические основы металлургических процессов»**

1. Классификация металлов. Руды и минералы. Техническое применение. Пиро- и гидрометаллургические методы обогащения и концентрирования
2. Электрохимия растворов. Ряды напряжений. Электрорафинирование и электроэкстракция. Основные законы.
3. Катодные процессы. Электрoкристаллизация металлов. Совместный разряд катионов металлов с различными стандартными потенциалами; катионов металлов и водорода. Специфические случаи совместного разряда и загрязнения катодно осаждаемых металлов примесями неионизированных веществ.
4. Анодные процессы: Анодное растворение сплавов и металлов, образующих ионы разных степеней окисления. Нерастворимые аноды.
5. Электрохимическая и диффузионная кинетика.
6. Основные процессы пирометаллургической технологии черновой меди (обогащение, флотация, десульфуризация, отжиг, конвертирование).
7. Электрорафинирование меди. Анодные процессы. Поведение примесных металлов. Образование шламов. Пассивация анодов.
8. Электрорафинирование меди: Катодные процессы. Подавление побочных процессов. Технические показатели электролиза.
9. Диафрагмы и ионообменные мембраны
10. Корректировка медного электролита. Использование электромембранных технологий для регенерации отработанных электролитов.
11. Отличительные особенности расплавленных солей от водных растворов
12. Плавкость индивидуальных солевых систем
13. Простейшие диаграммы плавкости двойных солевых систем
14. Простейшие диаграммы плавкости тройных солевых систем
15. Общая характеристика физико-химического анализа. Методы определения плотности расплавленных солей.
16. Плотность (мольный объем) индивидуальных и бинарных солевых расплавов.

17. Методы определения вязкости расплавленных солей.
18. Вязкость индивидуальных и бинарных солевых расплавов.
19. Явление смачивания в расплавленных солях.
20. Методы определения давления насыщенного пара расплавленных солей.
21. Давление насыщенного пара индивидуальных и бинарных солевых расплавов.
22. Электропроводность расплавленных солей. Общие понятия.
23. Электропроводность индивидуальных и бинарных солевых расплавов.
24. Числа переноса ионов
25. Электрохимические методы исследования термодинамических свойств расплавленных солей
26. Электроды сравнения в солевых расплавах
27. Особенности электрохимической кинетики в расплавах
28. Методы исследования электрохимической кинетики в расплавленных солях (вольтамперометрия, хронопотенциометрия, хроноамперометрия,
29. Методы коррозионных испытаний
30. Методы оценки коррозии
31. Испытания, имитирующие атмосферные условия
32. Методы испытаний для выявления склонности материалов к локальной коррозии

#### 4. Оценка научно-квалификационной работы (диссертации)

Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) представляются научно-квалификационная работа (диссертация) с необходимыми документами и научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Представляемые государственной экзаменационной комиссии материалы должны содержать:

- **текст** научно-квалификационной работы (диссертации) в жестком переплете в 2-х экземплярах оформленный по действующим требованиям;
- **автореферат** объемом не менее 24 стр. формата А5, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 (количество определяет комиссия);
- **отчет** проверки научно-квалификационной работы (диссертации) в программе Антиплагиат;
- **отзыв** научного руководителя;
- **рецензию**;
- **оттиски** научных статей выпускника, опубликованные в научных журналах и сборниках.

Государственной экзаменационной комиссии представляется **научный доклад** с обязательной **презентацией**.

Результаты представления научного доклада по научно-квалификационной работе (диссертации) определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Оценка «неудовлетворительно» означает, что аспирант не прошел аттестацию и должен быть отчислен. Повторная защита доработанной диссертации допускается.

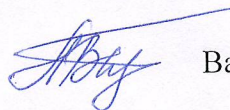
Оценка «отлично» выставляется аспиранту, который грамотно изложил суть и выводы проведенного исследования, правильно, аргументированно ответил на все вопросы, показал глубокие систематизированные знания, показал владение приемами рассуждения и сопоставления материала из разных источников, связь теоретических и практических положений, и т. д. Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Правильное, но неполное раскрытие темы означает оценки «хорошо» или «удовлетворительно».



Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, работа которого недостаточна по содержанию и объему, не может свидетельствовать о способности выполнять научные исследования, или который не смог раскрыть основной вопрос, более, чем в половине ответов на дополнительные вопросы и замечания допустил существенные ошибки или не смог на них ответить.

Согласовано:

Ученый секретарь института, к.т.н.



Васильева Т.Н.

Начальник отдела кадров и аспирантуры



Поваляева О.В.