

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



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора института по научной
работе

П.Б. Громов

2014 г.

Протокол Ученого совета
№ 7 от 23 октября 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Физико-химические основы металлургических процессов»

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки высшей квалификации

22.06.01 Технологии материалов

(профиль направления 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов)

Уровень – подготовка кадров высшей квалификации.

Квалификация выпускника –

Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения – очная.

Срок освоения – 4 года.

Апатиты, 2014 г.

Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

| Виды учебной нагрузки, часов | Номер семестра | | Всего часов |
|---------------------------------|----------------|-----|----------------|
| | 2 | 3 | |
| Лекции | 10 | 10 | 20 |
| Практические занятия | | | |
| Лабораторные работы | | | |
| Самостоятельная работа | 94 | 94 | 188 |
| Контроль самостоятельной работы | 2 | 2 | 4 |
| Контроль | 2 | 2 | 4 |
| Всего часов по дисциплине | 108 | 108 | 216 |

Формы контроля, количество

| Виды учебной нагрузки, часов | Номер семестра | | Всего часов |
|---------------------------------|----------------|---|----------------|
| | 2 | 3 | |
| Зачет | | | |

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования «Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования «Подготовка кадров высшей квалификации». Направление подготовки 22.06.01 Технологии материалов», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883 (далее ФГОС ВО) и рабочим учебным планом подготовки аспирантов, обучающихся по соответствующей образовательной программе (далее обучающихся) по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (профиль направления 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов) (далее направление подготовки).

2. **Целью дисциплины** является подготовка обучающихся в соответствии с квалификационной характеристикой и формирование установленных ФГОС ВО компетенций.

3. Задачи дисциплины:

- ознакомление с самыми современными электрохимическими производствами важнейших цветных, редких и благородных металлов.
- усвоение обучающимися теоретических основ электрохимических процессов в растворах и расплавах электролитов;
- практическое ознакомление с процессами электролиза;
- практическое ознакомление с современными электрохимическими производствами.

4. Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические основы металлургических процессов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

общепрофессиональными компетенциями (далее ОПК)

- способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии (ОПК-1);
- способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);

профессиональными компетенциями (далее ПК):

- способность и готовность к теоретической и практической разработке методов оценки качества и улучшения свойств сырья для производства цветных и редких металлов (ПК-1);
- способность и готовность к разработке новых подходов и к созданию новых гидрметаллургических процессов (ПК-2);
- способность и готовность к исследованиям и разработке технологий получения металлов и сплавов, повышения их качества, комплексного извлечения попутных элементов (ПК-3);
- способность и готовность к исследованиям и разработке технологий получения металлов и сплавов, повышения их качества, комплексного извлечения попутных элементов (ПК-4).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- механизм электрохимических процессов в расплавах и растворах, методы его изучения, аппаратное оформление и особенности электрометаллургических и электрогидрометаллургических процессов важнейших металлов.

Уметь:

- рассчитывать основные параметры и эффективность электрохимического процесса.

Владеть:

- основами теоретической электрохимии, неорганической и физической химии, а также химической технологии.

5. Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо обучающимся для изучения данной дисциплины.

Программа курса предусматривает взаимосвязь предшествующих и последующих дисциплин в соответствии с учебным планом направления подготовки. Данная дисциплина опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: физическая химия, электрохимия, общая и неорганическая химия, физика, математика, органическая химия, основы аналитической химии.

Общая и неорганическая химия - периодический закон Д.И. Менделеева, строение вещества, номенклатура соединений, химия элементов, растворы, расплавы, электрохимия растворов и расплавов.

Физика - электричество, термодинамика.

Высшая математика - математическая статистика, интегралы, дифференциалы.

Органическая химия - номенклатура, строение и свойства органических соединений

6. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Таблица 1

| № п/п | Наименование тем (модулей) дисциплины и их содержание | Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки | | | | | Компетенции раздела (модуля) |
|-------|--|---|-----|------|------|-----------|-------------------------------|
| | | Лек* | Пр* | СРС* | КСР* | Контроль* | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. | Классификация металлов. Руды и минералы. Техническое применение. Пиро- и гидрометаллургические | 2 | | 5 | | | ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |

| | | | | | | | |
|----|---|---|--|---|--|--|-------------------------------|
| | методы обогащения и концентрирования | | | | | | |
| 2. | Электрохимия растворов. Ряды напряжений. Электрорафинирование и электроэкстракция. Основные законы. | 2 | | | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 3. | Катодные процессы. Электрокристаллизация 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. | 2 | | 5 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 4. | Анодные процессы: Анодное растворение сплавов и металлов, образующих ионы разных степеней окисления. Нерастворимые аноды. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 5. | Электрохимическая и диффузионная кинетика. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 6. | Основные процессы пирометаллургической технологии черновой меди (обогащение, флотация, десульфуризация, отжиг, конвертирование). | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 7. | Электрорафинирование меди. Анодные процессы. Поведение примесных металлов. Образование шламов. Пассивация анодов. | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 8. | Электрорафинирование меди: Катодные процессы. Подавление побочных процессов. Технические показатели электролиза. | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |

| | | | | | | | |
|-----|--|---|--|---|--|--|-------------------------------|
| 9. | Диафрагмы и ионообменные мембраны | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 10. | Корректировка медного электролита. Использование электромембранных технологий для регенерации отработанных электролитов. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 11. | Отличительные особенности расплавленных солей от водных растворов | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 12. | Плавокость индивидуальных солевых систем | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 13. | Простейшие диаграммы плавокости двойных солевых систем | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 14. | Простейшие диаграммы плавокости тройных солевых систем | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 15. | Общая характеристика физико-химического анализа. Методы определения плотности расплавленных солей. | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 16. | Плотность (мольный объем) индивидуальных и бинарных солевых расплавов. | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 17. | Методы определения вязкости расплавленных солей. | | | 5 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 18. | Вязкость индивидуальных и бинарных солевых расплавов. | 2 | | 5 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 19. | Явление смачивания в расплавленных солях. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 20. | Методы определения давления насыщенного | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, |

| | | | | | | | |
|----|--|---|--|---|--|--|-------------------------------|
| | пара расплавленных солей. | | | | | | ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 21 | Давление насыщенного пара индивидуальных и бинарных солевых расплавов. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 22 | Электропроводность расплавленных солей. Общие понятия. | 2 | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 23 | Электропроводность индивидуальных и бинарных солевых расплавов. | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 24 | Числа переноса ионов | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 25 | Электрохимические методы исследования термодинамических свойств расплавленных солей | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 26 | Электроды сравнения в солевых расплавах | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 27 | Особенности электрохимической кинетики в расплавах | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 28 | Методы исследования электрохимической кинетики в расплавленных солях (вольтамперометрия, хронопотенциометрия, хроноамперометрия, | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 29 | Теоретические основы методов коррозионных испытаний | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 30 | Методы оценки коррозии | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 31 | Испытания, имитирующие атмосферные условия | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 32 | Методы испытаний для выявления склонности | | | 6 | | | ОПК-1, ПК-1, |

| | | | | | | | |
|----|---------------------------------|-----------|--|------------|----------|----------|------------------|
| | материалов к локальной коррозии | | | | | | ПК-2, ПК-3, ПК-4 |
| 33 | Контроль самостоятельной работы | | | | 4 | | |
| 34 | Контроль (зачет) | | | | | 4 | |
| | Всего часов: | 20 | | 124 | 4 | 4 | |

*Примечание. Обозначения: Лек. – лекции, Пр – практическая работа, СРС – самостоятельная работа обучающегося, КСР – контроль самостоятельной работы, контроль - зачет.

7. Формы контроля знаний, их содержание

Таблица 2

| № п/п | Наименование и содержание форм контроля | Тема по табл.1 | Срок выполнения |
|-------|---|----------------|-----------------|
| 1 | Контроль самостоятельной работы в форме собеседования, ответов на поставленные вопросы в соответствии с перечнем вопросов и программой дисциплины | 1-16 | 2 семестр |
| 2 | Зачет. В соответствии с перечнем вопросов и программой дисциплины | 1-16 | 2 семестр |
| 3 | Контроль самостоятельной работы в форме собеседования, ответов на поставленные вопросы в соответствии с перечнем вопросов и программой дисциплины | 18-32 | 3 семестр |
| 4 | Зачет. В соответствии с перечнем вопросов и программой дисциплины | 18-32 | 3 семестр |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Карта обеспеченности учебной дисциплины литературой

Примечание. Основная литература для естественно-научных дисциплин не должна быть старше 10 лет.

Таблица 3

| № п/п | Название учебников, учебных пособий и других источников | Авторы (под ред.) | Издательство | Год издания | Фактическое наличие | |
|----------------------------|---|--|----------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|
| | | | | | Библиотека | Электронные ресурсы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Основная литература | | | | | | |
| 1. | Коррозия и защита от коррозии. | Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В | М.: ФИЗМАТЛИТ | 2006 | 4 | |
| 2. | Физико-химические основы электрохимии. | Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д.. | Долгопрудный: Изд. Дом Интеллект | 2008 | 8 | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|-----------------------|-------|----|-----|
| 3. | Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии. | Гусев А.И. | М.: ФИЗМАТЛИТ | 2009 | 8 | |
| 4. | Электрохимия | Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. | Химия, Колос | 2008 | 6 | |
| 5. | Учебное пособие. «Физико-химические основы металлургических процессов» 152 с. | Седнева Т.А. | Мурманск: Изд-во МГТУ | 2009 | 89 | |
| Дополнительная литература | | | | | | |
| 6. | Физическая химия | Стромберг А.Г., Семченко Д.П. | М.: Высшая школа | 2001 | 10 | |
| 7. | Электролиз расплавленных солей. | Баймаков Ю.В., Ветюков М.М. | М.: Металлургия | 1966 | 1 | ЭБС |
| 8. | Электролиз в гидрометаллургии. | Баймаков Ю.В., Журин А.И., | М.: Металлургия. | 1977 | 1 | ЭБС |
| 9. | Электрохимия ионных расплавов. | Делимарский Ю.К. | М.: Металлургия | 1978. | 1 | ЭБС |
| 10. | Термодинамика расплавленных металлических и солевых систем | Морачевский А.Г., Юркинский В.П. | М.: Металлургия | 1987 | 1 | ЭБС |
| 11. | Физико-химические основы получения тугоплавких сверхтвердых материалов | Кислый П.С. | Киев: Наукова думка, | 1986. | 1 | ЭБС |
| 12. | Диаграммы состояния двойных и тройных систем, | Захаров А.М. | М.: Металлургия | 1990 | 1 | ЭБС |
| 13. | Строение и свойства металлических расплавов | Еланский Г.Н. | М.: Металлургия | 1991. | 1 | |
| 14. | Прикладная электрохимия | Федотьев Н.П., Алабышев А.Ф. | СПб.: Госхимиздат | 1962 | 1 | |
| 15. | Электролитическое получение магния. | Щеголев В.И., Лебедев О.А. | Руда и металлы | 2002 | 2 | |
| 16. | Электрохимические методы исследования в термодинамике металлических систем. | Морачевский А.Г., Воронин Г.Ф., Гейдерих В.А., Куценко И.Б.. | М.: ИКЦ Академкнига | 2003 | 8 | |
| 17. | Сборник задач по электрохимии | Коллектив авторов, Анисимова Л. С., Пикула Н. А. | М.: Высшая школа | 2003 | 10 | |

| | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------|-------|---|--|
| 18. | Металлургия золота и серебра | Стрижко Л.С. | М.: Мисис, | 2001. | 1 | |
| 19. | Металлургия благородных металлов | Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В., Борбат В.Ф. | | 1987. | 1 | |

б) программное обеспечение:

Microsoft Office 2003/2007
 CorelDRAW Graphics Suite X5 Classroom
 MathCAD Education - University Edition

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
 электронные ресурсы Springer, <http://www.springer.com/gp/>
 электронные ресурсы Wiley, <http://onlinelibrary.wiley.com>
 ЭБС Издательства «Лань», <http://e.lanbook.com/> ;
 ЭБС IQlib<http://www.iqlib.ru/>,
 ЭБС «Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"<http://www.rucont.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Оборудование на базе лабораторий института.

Лист, изменений, вносимых в рабочую программу

В рабочую программу вносятся следующие изменения и дополнения:

1. _____
2. _____
3. _____

Дополнения и изменения внесены и одобрены на заседании Ученого совета
ИХТРЭМС КНЦ РАН

от «___» _____ г., протокол № _____.

Утверждаю, директор ИХТРЭМС КНЦ РАН

«___» _____ г.