

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:55:51

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1)      |     | Итого |     |
|---|--------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя<br>20 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП           | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Контактная работа                         | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Сам. работа                               | 38           | 38  | 38    | 38  |
| Часы на контроль                          | 36           | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 108          | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*кхн, доцент, Сафонов Иван Александрович*

Рабочая программа

### **Технология электрохимических процессов и защита от коррозии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов**

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины – используя современные достижения физики и физической химии поверхности металлов, дать научные представления о роли точечных дефектов в структуре поверхности металлов и поверхностной энергии металлов для электрохимических процессов и явлений |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Блок ОП:   |   | 2.1.3 |
|------------|---|-------|
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |       |
| 2.1.1      | 3D-моделирование машин, агрегатов и процессов   |       |
| 2.1.2      | Биоматериаловедение   |       |
| 2.1.3      | Высокотемпературные и сверхтвердые материалы  |       |
| 2.1.4      | Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ   |       |
| 2.1.5      | Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых  |       |
| 2.1.6      | Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов                      |       |
| 2.1.7      | Инновационные конструкционные материалы   |       |
| 2.1.8      | Инновационные литейные технологии   |       |
| 2.1.9      | Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий  |       |
| 2.1.10     | Композиционные наноматериалы  |       |
| 2.1.11     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.12     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.13     | Логистика и экодизайн технологий черной металлургии   |       |
| 2.1.14     | Материаловедение и технологии материалов электроники  |       |
| 2.1.15     | Материаловедение функциональных материалов  |       |
| 2.1.16     | Металловедение и технологии легких сплавов  |       |
| 2.1.17     | Методология проектирования горных предприятий   |       |
| 2.1.18     | Механика подземных сооружений   |       |
| 2.1.19     | Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса          |       |
| 2.1.20     | Оптика и физика лазеров   |       |
| 2.1.21     | Организация и обеспечение качества аналитического контроля  |       |
| 2.1.22     | Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия   |       |
| 2.1.23     | Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники  |       |
| 2.1.24     | Проблемы надежности горных машин и оборудования   |       |
| 2.1.25     | Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья                                |       |
| 2.1.26     | Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов  |       |
| 2.1.27     | Строительная геотехнология  |       |
| 2.1.28     | Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов        |       |
| 2.1.29     | Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД                                 |       |
| 2.1.30     | Теория и практика решения металлургических задач  |       |
| 2.1.31     | Термохимия материалов и термодинамическое моделирование   |       |
| 2.1.32     | Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники                              |       |
| 2.1.33     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.1.34     | Физика конденсированного состояния и квантовые технологии   |       |
| 2.1.35     | Физика конденсированного состояния функциональных материалов  |       |
| 2.1.36     | Физика наноразмерных материалов и структур  |       |
| 2.1.37     | Физика полупроводников и диэлектриков   |       |
| 2.1.38     | Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники           |       |
| 2.1.39     | Физико-химия наноматериалов   |       |
| 2.1.40     | Физико-химия процессов и материалов   |       |
| 2.1.41     | Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых   |       |
| 2.1.42     | Академическое письмо  |       |
| 2.1.43     | Иностранный язык  |       |
| 2.1.44     | История и философия науки   |       |
| 2.1.45     | Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья |       |

|            |   |
|------------|---|
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.2      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.3      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.4      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.5      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.6      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.7      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.8      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.9      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.10     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.11     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.12     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.13     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.14     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.15     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.16     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.17     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.18     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.19     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.20     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.21     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.22     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.23     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.24     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.25     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.26     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.27     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.28     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.29     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.30     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.31     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.32     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.33     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.34     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.35     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.36     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.37     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.38     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.39     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.40     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.41     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.42     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

#### **А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата**

##### **Знать:**

А-2-31 классификацию поверхностных явлений, превращение поверхностной энергии металла в другие формы энергии

А-2-33 модельные структуры поверхностной фазы металла

А-2-32 знать существующие концепции поверхностной энергии металла в твердом состоянии

|  |
|--|
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| А-3-У1 рассчитывать термическую реконструкцию поверхностного слоя металлов   |
| А-3-У2 рассчитывать поверхностную энергию металлов и концентрацию поверхностных вакансий и адатомов ГЦК и ОЦК металлов   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| А-1-В1 владения методом использования фундаментального уравнения Гиббса для расчета поверхностной концентрации вакансий и адатомов   |
| А-1-В2 использования табличных данных по поверхностной энергии металлов в термодинамических расчетах концентрации адатомов и поверхностных вакансий для последующего использования в расчетах термодинамики электродных процессов. |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                        | Литература и эл. ресурсы      | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|---|-------------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Возникновение равновесного скачка потенциала на границе металл/электролит</b>   |                |       |   |                               |            |    |                    |
| 1.1         | История развития науки физической химии и электрохимии поверхности металлов. Возникновение равновесного скачка потенциала на границе металл/электролит. Равновесие в электрохимической цепи. Классификация электродов. Равновесный потенциал электрода – сплава металлов /Лек/ | 7              | 4     | А-1-В1 А-1-В2<br>А-2-31 А-2-32<br>А-2-33 А-3-У1<br>А-3-У2 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2     |            |    |                    |
| 1.2         | Проработка текущего и предстоящего лекционного материала. Работа с основной и дополнительной литературой /Ср/  | 7              | 10    | А-1-В1 А-1-В2<br>А-2-31 А-2-32<br>А-2-33                  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |            |    |                    |
| 1.3         | Расчеты поверхностной энергии металлов и концентрации поверхностных вакансий и адатомов ГЦК металлов по двум методам. Сравнительный анализ результатов расчета. /Пр/   | 7              | 6     | А-1-В1 А-1-В2<br>А-2-31 А-2-32<br>А-2-33                  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |            |    |                    |
|             | <b>Раздел 2. Концепции поверхностной энергии металла в твердом состоянии в науке о физико-химии поверхности</b>  |                |       |   |                               |            |    |                    |

|     |  |   |   |  |                               |  |  |  |
|-----|--|---|---|--|-------------------------------|--|--|--|
| 2.1 | <p>Двойной электрической слой и явления адсорбции на электроде. Понятия «поверхностная энергия» и «поверхностное натяжение».</p> <p>Классификация поверхностных явлений на основе I и II законов термодинамики.</p> <p>Превращения поверхностной энергии металла в другие формы энергии. Превращение поверхностной энергии в механическую энергию на примере капиллярных явлений. Концепции поверхностной энергии металла в твердом состоянии в науке о физико-химии поверхности.</p> <p>Самопроизвольный процесс образования поверхности кристалла. /Лек/</p> | 7 | 4 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |
| 2.2 | <p>Проработка текущего и предстоящего лекционного материала. Работа с основной и дополнительной литературой /Ср/</p>   | 7 | 1 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |
|     | <b>Раздел 3. Вакансионная термодинамическая модель поверхностного слоя металла</b>   |   |   |  |                               |  |  |  |
| 3.1 | <p>Структура поверхностной фазы металла.</p> <p>Поверхностная энергия металла как энергия образования поверхностных вакансий и адатомов (вакансионная термодинамическая модель поверхностного слоя металла). Численные значения энергий образования атомных вакансий в объеме кристалла и его ПС. /Лек/</p>  | 7 | 3 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2     |  |  |  |
| 3.2 | <p>Проработка текущего и предстоящего лекционного материала. Работа с основной и дополнительной литературой /Ср/</p>   | 7 | 1 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |
|     | <b>Раздел 4. Температурные зависимости поверхностной энергии и концентрации поверхностных вакансий</b>   |   |   |  |                               |  |  |  |

|     |  |   |   |  |                               |  |  |  |
|-----|--|---|---|--|-------------------------------|--|--|--|
| 4.1 | Температурные зависимости поверхностной энергии и концентрации поверхностных вакансий. Зависимость поверхностной энергии металла (электрода) от величины потенциала. Понятия «релаксации энергии атомных связей» и «реконструкции структуры поверхностного слоя металла». /Лек/  | 7 | 2 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2     |  |  |  |
| 4.2 | Расчет температурной реконструкции поверхностного слоя ряда ГЦК и ОЦК металлов и анализ явления термической реконструкции ПС металлов /Пр/   | 7 | 3 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |
| 4.3 | Расчет предельной концентрации атомных вакансий в объеме и ПС металлов с ГЦК и ОЦК структурой при предплавильной температуре. Расчет концентрации поверхностных вакансий металлов как функции электродного потенциала /Пр/   | 7 | 2 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |
|     | <b>Раздел 5. Автоадсорбция атомов в поверхностной фазе</b>   |   |   |  |                               |  |  |  |
| 5.1 | Понятия автоадсорбции атомов в поверхностной фазе чистого металла. Конкурентная адсорбция атомов компонентов бинарного сплава в его поверхностном слое. Конкурентная адсорбция атомов металла и молекул (или атомов) из окружающей среды в ПС чистого металла. Абсорбция и хемосорбция на поверхности металла с точечными дефектами. Эффекты Ребиндера влияния адсорбции из окружающей среды на механическую прочность металлов в свете моделей ВТМ. /Лек/ | 7 | 2 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2     |  |  |  |
| 5.2 | Расчет отрицательной адсорбции атомов хрома в ПС сплавов Fe-Cr, Ni-Cr. Расчет поверхностной энергии бинарных сплавов и концентрации поверхностных вакансий и адатомов как функции химического состава сплава /Пр/  | 7 | 2 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |



|                                       |  |   |    |  |                               |  |     |  |
|---------------------------------------|--|---|----|--|-------------------------------|--|-----|--|
| 5.3                                   | Расчет поверхностного обогащения сплава легирующим компонентом при его анодном селективном растворении /Пр/  | 7 | 2  | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |     |  |
| 5.4                                   | Проработка материала практического занятия. Работа с основной и дополнительной литературой /Ср/  | 7 | 6  | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |     |  |
| <b>Раздел 6. Пассивность металлов</b> |  |   |    |  |                               |  |     |  |
| 6.1                                   | Термодинамика образования пленки труднорастворимого соединения на поверхности металла в электролите. Пассивность металлов. Теории пассивности металлов. Хемосорбционная модель пассивности чистых металлов, учитывающая их поверхностную энергию /Лек/ | 7 | 2  | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2     |  |     |  |
| 6.2                                   | Проработка текущего и предстоящего лекционного материала. Работа с основной и дополнительной литературой. Подготовка к контрольной работе №2 /Ср/  | 7 | 10 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |     |  |
| 6.3                                   | Расчет теоретической величины Фладе-потенциала пассивного состояния металла с учетом его поверхностной энергии. Расчет состава пассивной пленки на железохромовом сплаве и его Фладе-потенциала /Пр/   | 7 | 2  | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |     |  |
| 6.4                                   | Проработка материала практического занятия. Работа с основной и дополнительной литературой /Ср/  | 7 | 10 | A-1-B1 A-1-B2<br>A-2-31 A-2-32<br>A-2-33 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  | КМ1 |  |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|  |         |  |   |
|--|---------|--|---|
| КМ1  | Экзамен | А-3-У1;А-3-У2;А-2-31;А-2-32;А-2-33;А-1-В1;А-1-В2 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятия «поверхностная энергия» и «поверхностное натяжение»</li> <li>2. Классификация поверхностных явлений на основе I и II законов термодинамики</li> <li>3. Превращения поверхностной энергии металла в другие формы энергии</li> <li>4. Превращение поверхностной энергии в механическую энергию на примере капиллярных явлений</li> <li>5. Концепции поверхностной энергии металла в твердом состоянии в науке о физико-химии поверхности</li> <li>6. Самопроизвольный процесс образования поверхности кристалла</li> <li>7. Структура поверхностной фазы металла</li> <li>8. Поверхностная энергия металла как энергия образования поверхностных вакансий и адатомов (вакансионная термодинамическая модель (ВТМ) поверхностного слоя (ПС) металла)</li> <li>9. Численные значения энергий образования атомных вакансий в объеме кристалла и его ПС</li> <li>10. Температурные зависимости поверхностной энергии и концентрации поверхностных вакансий</li> <li>11. Зависимость поверхностной энергии металла (электрода) от величины потенциала</li> <li>12. Понятия «релаксации энергии атомных связей» и «реконструкции структуры поверхностного слоя металла»</li> <li>13. Понятия автоадсорбции атомов в поверхностной фазе чистого металла</li> <li>14. Конкурентная адсорбция атомов компонентов бинарного сплава в его поверхностном слое</li> <li>15. Конкурентная адсорбция атомов металла и молекул (или атомов) из окружающей среды в ПС чистого металла</li> <li>16. Адсорбция и хемосорбция на поверхности металла с точечными дефектами</li> <li>17. Эффекты Ребиндера влияния адсорбции из окружающей среды на механическую прочность металлов в свете моделей ВТМ</li> </ol> |
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.</b>   |         |  |   |
| ПК 2.1-У1, ПК 2.1-В1, ОПК-1.1 -У1, УК-10.1 -У1, УК-7.1 -У1, УК-6.1 -У1, УК-1.2 -У1, ПК-1.3-В1  |         |  |   |
| Пример билета к контрольной работе №1 «Модели поверхности металла в твердом состоянии»:  |         |  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какое термодинамическое уравнение следует использовать для характеристики по-верхности металла в твердом состоянии?</li> <li>2. Как современная теория трактует понятие «поверхностная энергия металла»?</li> <li>3. Рассчитать и сравнить величину поверхностной энергии Гиббса и ее удельную величину <math>\sigma</math> при 298 К для серебра со структурой поверхности (111) методом ВТМ, используя опытную величину <math>dN(v) = 1,10</math> эВ/атом и по данным расчета теории физики по-верхностей.</li> <li>4. Рассчитать концентрацию вакансий в поверхностном слое железа Fe(110) при комнатной и предплавильной температуре.</li> <li>5. Раскройте понятия «поверхностная энергия» и «поверхностное натяжение»</li> </ol> |         |  |   |
| Пример билета к контрольной работе №2 «Методы расчета поверхностной энергии и концентрации точечных дефектов в ПС металла»:  |         |  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое Фладе-потенциал металла? Как можно его рассчитать и измерить?</li> <li>2. Какие основные участки имеются на экспериментальной поляризационной характери-стике Ni-электрода? Какие электрохимические реакции соответствуют каждому участку?</li> <li>3. Как объяснить опыт М.В. Ломоносова по пассивации железа в крепкой HNO<sub>3</sub>? Почему самопроизвольная пассивация железа невозможна в разбавленной HNO<sub>3</sub>?</li> <li>4. Почему железо пассивируется при контакте с положительным полюсом гальванического элемента и активируется при контакте с отрицательным?</li> <li>5. В чем состоит причина возникновения скачка потенциала на границе металл/оксидная пленка?</li> </ol>                            |         |  |   |
| Развернутый ответ, раскрывающий суть на каждый вопрос засчитывается за 1 балл.   |         |  |   |
| Контрольная работа считается выполненной при минимальном наборе 3 баллов.  |         |  |   |
| <b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>   |         |  |   |
| Экзамен не предусмотрен  |         |  |   |
| <b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>  |         |  |   |
| <p>Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачёта.<br/> "Зачёт" получает студент, выполнивший все практические задания b контрольные работы на оценку "удовлетворительно" и выше в требуемые сроки.</p>   |         |  |   |

| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>   |  |  |   |                                      |
|--|--|--|---|--------------------------------------|
| <b>6.1. Рекомендуемая литература</b>   |  |  |   |                                      |
| <b>6.1.1. Основная литература</b>  |  |  |   |                                      |
|  | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека  | Издательство, год                    |
| Л1.1   | Андреев Ю. Я.  | Электрохимия металлов и сплавов  | Библиотека МИСиС  | М.: Высшее Образование и Наука, 2016 |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b>  |  |  |   |                                      |
|  | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека  | Издательство, год                    |
| Л2.1   | Скорчеллетти В. В.   | Теоретическая электрохимия   | Библиотека МИСиС  | Л.: Химия, 1970                      |
| Л2.2   | Антропов Л. И.   | Теоретическая электрохимия: Учебник для студ. вузов  | Библиотека МИСиС  | М.: Высш. шк., 1984                  |
| <b>6.1.3. Методические разработки</b>  |  |  |   |                                      |
|  | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека  | Издательство, год                    |
| Л3.1   | Андреев Юрий Яковлевич   | Лабораторный практикум по курсу Электрохимия. Термодинамика и кинетика электродных процессов | Библиотека МИСиС  | М.: Учеба, 1972                      |
| <b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>   |  |  |   |                                      |
| Э1   | Электронный курс Canvas "Электрохимия металлов и сплавов"  |  | <a href="https://lms.misis.ru/login/ldap">https://lms.misis.ru/login/ldap</a>   |                                      |
| Э2   | ScienceDirect (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир   |  | <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a>  |                                      |
| <b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>   |  |  |   |                                      |
| П.1  | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr                                    |  |   |                                      |
| П.2  | Win Pro 10 32-bit/64-bit   |  |   |                                      |
| П.3  | Microsoft Office   |  |   |                                      |
| П.4  | WinRAR   |  |   |                                      |
| <b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>  |  |  |   |                                      |
| И.1  | База полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир ( <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> ) |  |   |                                      |
| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>  |  |  |   |                                      |
|  | Ауд.   | Назначение   | Оснащение   |                                      |
| АВ-202   |  | Учебная аудитория  | видеопроектор, комплект учебной мебели  |                                      |
| Читальный зал №4 (Б)   |  |  | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |                                      |
| АВ-202   |  | Учебная аудитория  | видеопроектор, комплект учебной мебели  |                                      |
| <b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>  |  |  |   |                                      |
| Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачёта.   |  |  |   |                                      |
| Для успешной сдачи зачёта аспиранту следует:   |  |  |   |                                      |
| 1) Посещать все лекции практические занятия  |  |  |   |                                      |
| 2) Качественно готовиться к контрольным работам  |  |  |   |                                      |
| 3) Изучать дополнительную литературу   |  |  |   |                                      |
| 4) При появлении вопросов обращаться к преподавателю заблаговременно.  |  |  |   |                                      |
| Занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.   |  |  |   |                                      |
| Самостоятельная работа включает: повторение изложенного на лекциях и практических занятиях учебного материала, подготовку к контрольным работам. |  |  |   |                                      |
| Также рекомендуется изучать тему занятия о его проведения, используя литературу из раздела Содержание  |  |  |   |                                      |