

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:22:40

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)

Электрохимические процессы

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль

Технология наноструктурированных композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 1 (1.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | УП | РП |
| Неделя | 18 | | | |
| 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 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

Рабочая программа

Электрохимические процессы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ от 30.11.2022 г. № 636 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.04.01 Химическая технология, 18.04.01 МХТ-23-1.plx Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.04.01 Химическая технология, Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон Алексей Игоревич, к.ф.-м.н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Целью дисциплины является формирование системных знаний в области электродных процессов с учетом фундаментальных законов классической электрохимии. |
| 1.2 | Основные задачи дисциплины: |
| 1.3 | - сформировать знания об основных закономерностях электрохимической термодинамики: теории электродных потенциалов и электродвижущей силы в электрохимических системах, теории двойного электрического слоя на границе раздела металл/раствор |
| 1.4 | электролита; |
| 1.5 | - сформировать знания по электродной кинетике: основным закономерностям диффузионной кинетики и теории вольтамперных характеристик электродных систем в условиях стационарной и нестационарной диффузии, теории замедленного разряда-ионизации; |
| 1.6 | - сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы, работы с учебной и научной литературой. |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.02 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Конструкции накопителей электрической энергии | |
| 2.2.2 | Научно-исследовательская практика | |
| 2.2.3 | Неравновесные конденсированные системы, часть 2 | |
| 2.2.4 | Определение размерных характеристик наноструктурированных композиционных материалов | |
| 2.2.5 | Получение и свойства материалов электродов | |
| 2.2.6 | Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах | |
| 2.2.7 | Углеродосодержащие материалы, композиты | |
| 2.2.8 | Современные химические технологии | |
| 2.2.9 | Преддипломная практика | |
| 2.2.10 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| | |
|--|--|
| ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов | |
| Знать: | |
| ПК-1-31 методы исследования электродных систем | |
| Уметь: | |
| ПК-1-У1 обобщать результаты экспериментального исследования электродных систем и выполнять теоретические расчеты | |
| Владеть: | |
| ПК-1-В1 приемами статистической обработки экспериментальных данных; навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов | |

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 |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Основы электрохимической термодинамики | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|-------------------------|--------------------------------|--|--|--|
| 1.1 | Теория равновесных потенциалов в двухфазной системе с разнородной проводимостью (металл/раствор электролита). Электрохимический потенциал, внутренний потенциал, гальванопотенциал. Понятие о внешнем и поверхностном потенциале, вольтапотенциал. Сущность проблем Вольта и её современное решение. Потенциалы нулевого заряда и механизм возникновения ЭДС /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.2 | Основные термодинамические уравнения и связь между величиной ЭДС и термодинамическими характеристиками химической реакции в гальваническом элементе. Свободная энергия Гиббса, уравнения Нернста, Гиббса-Гельмгольца. Классификация электродов и электрохимических цепей. Возможности потенциометрии. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.3 | Причины образования ДЭС. Связь электрических и адсорбционных явлений на границе раздела фаз. Динамический характер электрохимического равновесия. Теоретическое и прикладное значение изучения строения ДЭС на границе электрод/раствор электролита /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.4 | Методы экспериментального изучения строения ДЭС: адсорбционный, емкостной, метод электрокапиллярных кривых. Теория электрокапиллярных явлений. Вывод основного уравнения электрокапиллярности и его анализ. Модельные представления о строении ДЭС. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|-------------------------|--------------------------------|--|--|--|
| 1.5 | Методы экспериментального изучения строения двойного электрического слоя: адсорбционный, емкостной, метод капиллярных кривых и кривых заряжения. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.6 | Платинирование электродов для кондуктометрических измерений Изучение законов электролиза на примере реакции никелирования стальных электродов. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.7 | Измерение вольтамперных характеристик электродной системы. Определение концентрации органических веществ методом адсорбционной полярографии /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.8 | Методы экспериментального изучения строения ДЭС: адсорбционный, емкостной, метод электрокапиллярных кривых. Модельные представления о строении ДЭС. /Пр/ | 1 | 3 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 1.9 | Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных заданий /Ср/ | 1 | 55 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| | Раздел 2. Основы кинетики электродных процессов | | | | | | | |
| 2.1 | Специфические особенности электрохимических процессов и отличия от химических: гетерогенность, наличие направленных потоков заряженных частиц, зависимость процесса от электрических параметров, скорость электродного процесса. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 2.2 | закономерности диффузионной кинетики в стационарных условиях. Особенности кинетических уравнений в условиях нестационарной диффузии на ртутном капельном электроде. Полярографический метод анализа. Метод вращающегося дискового электрода /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|-------------------------|--------------------------------|--|-----|----|
| 2.3 | Электрохимическая поляризация (перенапряжение). Ток обмена. Основные уравнения теории замедленного разряда, их вид и анализ. Энергия активации электрохимической стадии. Уравнение Тафеля. Форма поляризационных кривых. Прикладные аспекты электрохимии. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 2.4 | Методы измерения э.д.с. гальванических элементов Методы измерения э.д.с. концентрационных цепей. Методы изучения функции ионоселективных электродов. Потенциометрическое титрование. /Лек/ | 1 | 3 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 2.5 | Полярография /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 2.6 | Вращающийся дисковый электрод /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |
| 2.7 | Прикладные аспекты электрохимии /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | КМ1 | |
| 2.8 | Изучение выделения водорода из водных растворов кислот. Определение параметров уравнения Тафеля /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | Р1 |
| 2.9 | Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных заданий /Ср/ | 1 | 55 | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 | | | |

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 | Контрольная работа | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 | 1. Что такое ток обмена? 2. Каковы основные уравнения теории замедленного разряда? 3. В чем физический смысл параметров уравнения Тафеля? 4. Каков механизм элементарного акта в стадии разряда-ионизации? 5. Каковы прикладные аспекты электрохимии? |

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
|------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
| | | | |

| | | | |
|----|---------|-------------------------|--|
| P1 | Реферат | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какова классификация электрохимических систем? 2. Какие области применения электродных систем и процессов в электрохимии? 3. Чем отличается электрохимический потенциал от химического потенциала? 4. Что такое потенциал нулевого заряда? 5. Можно ли экспериментально измерить гальвани-потенциал? <p>9</p> <p>Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: знание основных понятий и терминологий в области электродных систем (ОПК-1).</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Что такое свободная энергия электрохимической системы? 11. Что является причиной возникновения электродвижущей силы в системе? 12. В чем заключается компенсационный метод измерения ЭДС? 13. Как выводится уравнение Нернста? 14. Какова классификация электродов? 15. Чем отличается химический источник тока от концентрационного элемента? 16. Как рассчитать свободную энергию Гиббса и константу равновесия реакции, протекающей в гальваническом элементе? 17. Что нужно измерить экспериментально для оценки энтропии и энтальпии реакции, протекающей в гальваническом элементе? 18. Как составить электрохимическую цепь для измерения рН растворов электролитов? 19. Как экспериментально определить коэффициенты активности ионов? 20. Причины образования двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела между электродом и раствором электролита. 21. Связь электрических и адсорбционных явлений на границе раздела фаз. 22. Строение ДЭС в присутствии поверхностно-активных органических веществ. 23. Электрохимическая ячейка для изучения строения ДЭС. 24. Электрокапиллярные явления и уравнения Липпмана. Эффекты изменения поверхностного натяжения от состава раствора и природы металла. 25. Теоретические представления двойного электрического слоя и основные модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна. |
|----|---------|-------------------------|--|

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на зачет не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|---------------------|----------|------------|-------------------|
|---------------------|----------|------------|-------------------|

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------------|--|
| Л1.1 | Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П. | Электрохимия и химическая кинетика: учебное пособие | Электронная библиотека | Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014 |
| Л1.2 | Антропов Л. И. | Теоретическая электрохимия: Учебник для студ. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Высш. шк., 1984 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|-------------------------|------------------------|--|
| Л2.1 | Федотьев Н. П., Алабышев А. Ф., Рогинян А. Л., Федотьев Н. П. | Прикладная электрохимия | Электронная библиотека | Ленинград: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------------|--|
| Л3.1 | Варенцов В. К., Синчурина Р. Е., Турло Е. М. | Химия: электрохимические процессы и системы: учебно-методическое пособие | Электронная библиотека | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|---|-------------------------|
| Э1 | Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) | http://www.aleph.rsl.ru |
|----|---|-------------------------|

6.3 Перечень программного обеспечения

| | | | | |
|-----|---|--|--|--|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr | | | |
| П.2 | ESET NOD32 Antivirus | | | |
| П.3 | Microsoft Visio 2016 | | | |
| П.4 | Microsoft Visual Studio 2015 | | | |
| П.5 | Microsoft Office | | | |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | | | | |
|-----|--|--|--|--|
| И.1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ | | | |
| И.2 | Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news | | | |
| И.3 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): | | | |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|-------|----------------------|--|
| А-308 | Лекционная аудитория | комплект учебной мебели на 160 рабочих мест, проектор, экран, доска |
| А-321 | Учебная аудитория | комплект учебной мебели на 63 рабочих мест, проектор, экран, доска |
| А-311 | Компьютерный класс | комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет»(14 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска, проектор |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.