

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ
Код УМК 81439

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Прикладная электрохимия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.03.01** Химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Прикладная электрохимия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.4 Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

Индикаторы

ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Прикладная электрохимия

Курс "Прикладная электрохимия" включает в себя несколько важнейших разделов химической технологии. Целью данного курса является рассмотрение процессов превращения химической энергии в электрическую и возможных путей использования электролиза для получения металлов, гальванических покрытий и различных химических продуктов. Одной из задач курса является формирование представлений о современных электрохимических технологиях, об основных элементах технологического процесса, об охране окружающей среды в электрохимическом производстве.

Предмет и задачи прикладной электрохимии. Основная электрохимическая терминология.

Рассматриваются основные разделы прикладной электрохимии, основная электрохимическая терминология, преимущества и недостатки электрохимических технологий.

Гальванотехника. Механизм электрокристаллизации металлов.

Рассматривается механизм электрокристаллизации металлов. Катодные и анодные процессы при электроосаждении металлов и сплавов. Двух- и трехмерное зародышеобразование при электрокристаллизации. Механизмы роста кристаллов при электроосаждении покрытий.

Влияние различных факторов на структуру и свойства металлических покрытий

Обсуждается влияние природы и концентрации ионов металла, влияние концентрации ионов водорода, поверхностно-активных веществ (ПАВ), плотности тока, температуры электролита, перемешивания на структуру и свойства покрытий.

Рассеивающая способность электролитов и факторы ее определяющие. Макро- и микрораспределение металла и тока по поверхности катода. Факторы, влияющие на получение блестящих покрытий.

Многослойные электролитические покрытия.

Подготовка поверхности металла перед нанесением гальванических покрытий покрытий.

Основные стадии подготовки поверхности перед осаждением покрытий: механическая обработка, обезжиривание, травление, промывка.

Процессы нанесения отдельных видов покрытий

Электролитическое цинкование и кадмирование. Свойства Zn- и Cd-покрытий. Сравнительная характеристика электролитов. Пассивация Zn- и Cd-покрытий. Электролитическое оловянирование. Электролитическое меднение. Характеристика электролитов и покрытий. Покрытия металлами группы железа. Электролитическое хромирование. Электроосаждение сплавов.

Методы контроля качества гальванических покрытий

Контроль внешнего вида покрытий, толщины, пористости, прочности сцепления, коррозионной стойкости, микротвердости и др. свойств покрытий.

Химические источники тока. Основные термины и определения. Электрохимические характеристики ХИТ

Электрохимическая система химических источников тока (ХИТ), основные виды ХИТ, электроды, электролиты, сепараторы, применяемые при изготовлении ХИТ. Электрохимические характеристики ХИТ: электродвижущая сила, внутреннее сопротивление ХИТ, вольтамперная характеристика, разрядная кривая, мощность, емкость, энергия ХИТ, нормированные показатели. Сохранность ХИТ.

Первичные ХИТ, аккумуляторы, топливные элементы.

Первичные ХИТ. Марганцево-цинковые элементы. Процессы, протекающие при работе марганцево-цинковых элементов. Марганцево-цинковые элементы с щелочным электролитом. Элементы с неводным электролитом. Резервные батареи.

Свинцовые аккумуляторы. Процессы, протекающие при заряде и разряде аккумулятора. Электрические характеристики, конструктивные особенности аккумуляторов. Уход, эксплуатация и применение свинцовых аккумуляторов.

Щелочные аккумуляторы. Процессы, протекающие при заряде и разряде аккумуляторов. Электрические характеристики. Никель-водородные аккумуляторы. Литиевые аккумуляторы. Применение щелочных аккумуляторов.

Термодинамика, классификация и к.п.д. топливных элементов. Конструктивные особенности, электродные материалы. Применение топливных элементов.

Электрохимическое производство химических продуктов. Производство водорода, кислорода электролизом. Электрохимическое производство хлора и щелочей, неорганических продуктов. Производство водорода, кислорода и тяжелой воды электролизом. Электролит, электродные материалы, электродные процессы, электролизеры фильтр-прессного типа, применяемые при электролизе воды.

Электрохимическое производство хлора и щелочей. Анодное выделение хлора и стойкие анодные материалы. Побочные процессы при электролизе раствора хлорида натрия. Электролиз с твердым катодом фильтрующей диафрагмой, с ртутным катодом, с ионообменной мембраной.

Электрохимический синтез неорганических соединений.

Гидроэлектromеталлургия.

Гидроэлектromеталлургия. Общая характеристика гидроэлектromеталлургических процессов.

Подготовка электролита (обжиг, выщелачивание, очистка электролита от нежелательных примесей).

Электрохимические методы извлечения металлов из растворов электролитов (электрорафинирование и электроэкстракция). Электрохимическое производство цинка. Электролиз в металлургии никеля и меди.

Основы электролиза расплавов. Производство алюминия и магния.

Основы электролиза расплавов. Электропроводность расплавов кинетика электродных процессов.

Особенности электродных процессов в расплавах. Производство алюминия. Получение чистых исходных материалов. Электролиз криолит-глиноземного расплава.

Производство магния. Получение исходных материалов из природного сырья. Электролиз и конструкция ванн.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Петухов И. В., Медведева Н. А. Электроосаждение металлов и сплавов: теория и практика: учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по направлению подготовки "Химия"/И. В. Петухов, Н. А. Медведева.-Пермь, 2013, ISBN 978-5-7944-2083-8.-175.-Библиогр. в конце глав
2. Петухов И. В. Прикладная электрохимия: курс лекций/И. В. Петухов.-Пермь: ПГУ, 2007.-1.

Дополнительная:

1. Гамбург Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению/Ю. Д. Гамбург.- М.: Техносфера, 2006, ISBN 5-94836-079-2.-216.-Библиогр.: с. 214
2. Химические источники тока: справочник/ред.: Н. В. Коровин, А. М. Скундин.-М.: Изд-во МЭИ, 2003, ISBN 5-7046-0899-х.-739.-Предм. указ.: с. 734-739
3. Прикладная электрохимия: учебник для вузов/Р. И. Агладзе [и др.] ; ред. А. П. Томилов.-3-е изд., перераб..-Москва: Химия, 1984.-519.
4. Гамбург Юлий Давидович Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов/РАН, Ин-т физ. химии.-М.: Янус-К, 1997, ISBN 5-88929-035-5.-384.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.galvanotehnika.info/> Сайт журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://maik.ru/ru/journal/zamet> Журнал "Физикохимия поверхности и защита материалов"
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал Электрохимия
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал Электрохимия
<http://www.galvanotehnika.info/> Сайт журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://www.galvanotehnika.info/> Сайт журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://www.galvanotehnika.info/> Сайт журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://maik.ru/ru/journal/zamet> Журнал "Физикохимия поверхности и защита материалов"
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал Электрохимия
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=elchem> Журнал Электрохимия

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Прикладная электрохимия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия: «Лабораторный практикум по электрохимическим методам исследования», оснащенный специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа: «Лабораторный практикум по электрохимическим методам исследования», оснащенный специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ"

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Прикладная электрохимия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.4

Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Выбирает необходимые технические средства, технологическое оборудование и методы исследования электрохимических процессов, структуры и свойств, получаемых продуктов с оптимальными свойствами и характеристиками.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний в области гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, алгоритмов постановки и достижения цели, не знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике изучаемой дисциплины. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенций. Отсутствие умений осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе технологических процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. Не владеет навыками практической деятельности для исследования свойств электролитов и гальванических покрытий.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения при выборе процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности при выборе технологических процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами, методов исследования свойств электролитов и покрытий.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, алгоритмов постановки и достижения цели, знание терминологии и основных понятий, используемых в теории и практике изучаемой дисциплины. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной деятельности при выборе технологических процессов для осаждения покрытий с заданными функциональными свойствами, методов исследования свойств электролитов и гальванических покрытий.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания в области гальванотехники, теоретической и прикладной электрохимии, знание основ технологических процессов, используемых для получения гальванических покрытий, получения различных продуктов с использованием электрохимических методов, процессов изготовления и эксплуатации химических источников тока, а также используемого технологического оборудования. Владеет методами исследования электрохимических процессов, методами исследования структуры и свойств получаемых продуктов. Умеет квалифицированно интерпретировать результаты проведенных исследований и делать обоснованные выводы.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 1

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Процессы нанесения отдельных видов покрытий Защищаемое контрольное мероприятие	знать процессы получения основных видов гальванических покрытий, их свойства и области применения, владеть методами исследования свойств электролитов и покрытий, уметь подбирать необходимый вид гальванического покрытий в зависимости от условий их эксплуатации. Знать нормы техники безопасности при получении и контроле качества гальванических покрытий, уметь реализовать их в лабораторных и технологических условиях. Знать основные экспериментальные методы и подходы, используемые в прикладной электрохимии и гальванотехнике для получения новых видов покрытий, оптимизации свойств и характеристик покрытий и электролитов, уметь применять эти методы и подходы при проведении научных исследований в области прикладной электрохимии, владеть навыками постановки экспериментов, обработки и анализа полученных результатов исследования.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Первичные ХИТ, аккумуляторы, топливные элементы. Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные виды химических источников тока, их электрохимические системы, особенности протекания электрохимических процессов на электродах, владеть методами исследования характеристик химических источников тока, уметь подбирать химический ток для заданных условий эксплуатации</p>
<p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Гидроэлектromеталлургия. Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>знать основные процессы получения гальванических покрытий, области их применения, основные виды химических источников тока, электрохимические процессы, протекающие в них, области их применения, основные технологические стадии гидроэлектromеталлургических процессов, особенности процессов получения никеля, меди, цинка и др. металлов, основные закономерности электролиза расплавов. Владеть методами исследования используемых электролитов и электрохимических процессов, уметь подбирать необходимый электрохимический процесс и его основные параметры в зависимости от поставленной задачи.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Процессы нанесения отдельных видов покрытий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Полные ответ на теоретический вопрос из лекционного курса	17
Тест из 13 вопросов по 1 баллу за каждый вопрос	13

Первичные ХИТ, аккумуляторы, топливные элементы.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Полный ответ на теоретический вопрос о химических источниках тока определенного вида, их электрохимической системе, особенностях протекания электрохимических реакций на электродах, использовании и эксплуатации	17
Тестовое задание из 10 вопросов по 1 баллу за каждый правильный ответ	10
Решение задачи	3

Гидроэлектрометаллургия.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Полный и развернутый ответ на теоретический вопрос из лекционного курса.	23
Правильное решение расчетных задач, основанных на использовании закона Фарадея при электроосаждении металлов и сплавов. Две задачи, каждая по 5 баллов.	10
Тестовое задание из 7 вопросов по 1 баллу за каждый правильный ответ	7