

**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: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов  
направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

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

**04.03.02** Химия, физика и механика материалов (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

<b>Направления подготовки</b>	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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](http://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**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Выбирает необходимые технические средства, технологическое оборудование и методы исследования электрохимических процессов, структуры и свойств, получаемых продуктов с оптимальными свойствами и характеристиками.	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></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 style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></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.

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></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;"><b>Отлично</b></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
<b>ПК.4.1</b> 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 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	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><b>ПК.4.1</b> 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. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></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><b>ПК.4.1</b> 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. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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