

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

**Направление подготовки 04.04.01 Химия**

**Направленность Физическая химия**

Квалификация выпускника: магистр

**Кострома  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Прикладная электрохимия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 655.

Разработал: Силкин Сергей Андрисович, доцент кафедры химии, канд. техн. наук

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская», руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: формирование готовности к научно-исследовательской деятельности в области электрохимии и технологии электрохимических производств

**Задачи дисциплины:**

- сформировать представления о специфике исследований в области технологии электрохимических производств;
- раскрыть методологическую сущность исследования электрохимических процессов;
- сформировать навыки научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции*:

**ОПК-2:** способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

**ОПК-2.1.** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;

**ОПК-2.2.** Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик;

**ОПК-2.3.** Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

физико-химические и технологические основы электрохимических процессов модификации металлических поверхностей;

**уметь:**

- проводить критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области электрохимии и технологии электрохимических производств;
- формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области электрохимии и технологии электрохимических производств;

**владеть:**

- навыками нанесения покрытий и электрохимической обработки металлических поверхностей;
- навыками изучения свойств модифицированных поверхностей после различных способов электрохимической обработки
- навыками использования теоретических основ в области электрохимии и технологии электрохимических производств при решении профессиональных задач;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Прикладная электрохимия» относится к обязательной части. Изучается в 3 семестре. Содержание курса охватывает следующие вопросы: общие вопросы электрохимических процессов, электрохимические покрытия металлами и сплавами, анодная и химическая обработка металлов, электрохимическая коррозия металлов и способы защиты от нее, контроль электрохимических процессов.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практики: «Электролитно-плазменная обработка металлов и сплавов», «преддипломная практика», «защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты»

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-2 (способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием) формируется при освоении дисциплин:

«Избранные главы физической химии», «Электролитно-плазменная обработка металлов и сплавов», при прохождении преддипломной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

#### 4. Объем дисциплины (модуля)

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	7
Общая трудоемкость в часах	252
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	90
Лекции	30
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	60
Самостоятельная работа в часах	159,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 3 семестр (0,35 часа) Консультация к экзамену (2 часа)

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	30
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	60
Консультации	2
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	92,35

#### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	Лабораторные	

1	Общие вопросы электрохимических процессов	0,94/34	2	-	-	32
2	Электрохимические покрытия металлами и сплавами	2,44/88	8	-	30	50
3	Анодная и химическая обработка металлов	1,27/46	8	-	14	24
4	Электрохимическая коррозия металлов	1,27/45,65	12	-	16	17,65
	Подготовка к экзамену	1/36	-	-	-	36
	ИКР (консультация к экзамену, экзамен)	0,065/2,35	-	-	-	-
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>7/252</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>159,65</b>

## 5.2. СОДЕРЖАНИЕ

### Тема 1. Общие вопросы электрохимических процессов

Законы Фарадея и скорость электрохимического процесса. Выход по току. Применение закона Фарадея к расчету скорости обработки металлов. Поляризация и перенапряжение. Методы измерения потенциала под током. Гальваностатический (гальванодинамический) и потенциостатический (потенциодинамический) методы получения поляризационной кривой. Стадии гетерогенной реакции. Понятие лимитирующей стадии. Классификация перенапряжений.

### Тема 2. Электрохимические покрытия металлами и сплавами

Основные закономерности электроосаждения металлов. Анодные и катодные процессы. Распределение металла и тока по катодной поверхности. Способы подготовки поверхности металлических изделий перед нанесением гальванических покрытий. Назначение и классификация способов. Механические способы подготовки. Химическая и электрохимическая подготовка. Травление. Активизация – назначение, место проведения операции; составы растворов для активации и режимы процесса. Цинкование, кадмирование, оловянирование, свинцевание, никелирование, железнение. Свойства и области применения. Особенности процесса, сравнительная характеристика электролитов; кислые, щелочные, простые, комплексные электролиты. Составы электролитов, назначение компонентов электролитов, условия электролиза. Основные и побочные процессы, протекающие на электродах (катоде, аноде) при электроосаждении металлических покрытий. Свойства электрохимически осажденных металлических покрытий и способы их определения. Определение эксплуатационных характеристик (испытания покрытий на адгезийную прочность с основой; на износостойкость, на жаростойкость). Определение механических свойств (определение твердости, испытания на растяжение, вязкость, разрушения (трещиностойкость) покрытий; конструктивная прочность; измерение внутренних напряжений). Определение физических и химических характеристик (определение толщины покрытий; пористость покрытий и методы ее определения; испытание покрытий на коррозионную стойкость; электрические и магнитные свойства). Определение технологических свойств (обрабатываемость гальванических покрытий; измерение шероховатости и блеска покрытий; паяемость). Хромирование стальных изделий. Классификация хромовых покрытий по назначению, свойствам покрытий. Катодные и анодные процессы при хромировании. Электролиты хромирования. Пути интенсификации процесса хромирования. Разработка малоотходного технологического процесса.

Электроосаждение хрома из электролитов на основе Cr (III).

### **Тема 3. Анодная и химическая обработка металлов**

Оксидирование. Особенности процесса, сравнительная характеристика электролитов. Оксидирование алюминиевых, магниевых, титановых, циркониевых и стальных поверхностей. Свойства и области применения оксидных покрытий. Определение механических свойств (определение твердости, испытания на растяжение, вязкость, разрушения (трещиностойкость) покрытий; конструктивная прочность; измерение внутренних напряжений). Определение физических и химических характеристик (определение толщины покрытий; пористость покрытий и методы ее определения; испытание покрытий на коррозионную стойкость; электрические и магнитные свойства; измерение шероховатости). Химическое полирование. Электрохимическое полирование. Электролиты для полирования. Области применения. Основы электрохимической размерной обработки металлов.

### **Тема 4. Электрохимическая коррозия металлов**

Термодинамика и кинетика коррозии. Классификация коррозии. Показатели коррозии. Химический механизм коррозии и окисления металлов. Термодинамика высокотемпературной коррозии металлов. Адсорбция кислорода на металлах. Пленки на металлах. Пассивность. Концентрационные ограничения анодной реакции и роль продуктов коррозии. Водородная деполяризация. Кислородная деполяризация. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные смазки. Ингибиторы коррозии для растворов. Ингибиторы атмосферной коррозии. Консервация металлоизделий. Электрохимическая защита. Катодная защита. Анодная защита. Методы коррозионных испытаний. Классификация методов и цель исследований.

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел (тема) дисциплины</b>	<b>Задание</b>	<b>Часы</b>	<b>Методические рекомендации по выполнению задания</b>	<b>Форма контроля</b>
1	Общие вопросы электрохимических процессов	Проработка лекционного материала	32		Опрос
2	Электрохимические покрытия металлами и сплавами	Проработка лекционного материала, решение задач	50	Оформление отчетов по лабораторным работам, подготовка к их защите	Опрос, защита лабораторной работы
3	Анодная и химическая обработка металлов	Проработка лекционного материала, решение задач	24	Оформление отчетов по лабораторным работам, подготовка к их защите	Опрос, защита лабораторной работы
4	Электрохимическая коррозия металлов	Проработка лекционного материала, решение задач	17,65	Оформление отчетов по лабораторным работам, подготовка к их защите	Опрос, защита лабораторной работы
	Подготовка к экзамену		36		

### **6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий**

- Лабораторная работа №1. Гальваническое осаждение меди.
- Лабораторная работа №2. Изучение рассеивающей способности в угловой ячейке Хулла.
- Лабораторная работа №3. Измерение микротвердости металлов и металлических покрытий.
- Лабораторная работа №4. Анодное оксидирование алюминия.
- Лабораторная работа №5. Электроосаждение нанокристаллических кобальт-вольфрамовых покрытий.
- Лабораторная работа №6. Получение наноматериала, на примере анодированного оксида алюминия.
- Лабораторная работа №7. Нанесение износостойких и коррозионностойких покрытий электроискровым методом.
- Лабораторная работа №8. Электрохимическая размерная обработка сложнопрофильных отверстий.

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

*а) основная:*

1. Варенцов, В.К. Химия. Электрохимические процессы и системы : учебно-методическое пособие / В.К. Варенцов, Р.Е. Синчурина, Е.М. Турло ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-2241-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258630>
2. Кусманов, С. А. Прикладная химия : методические указания к лабораторным работам / С. А. Кусманов, С. А. Силкин. – Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2018. – 20 с.

*б) дополнительная:*

1. Электрохимия и химическая кинетика: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская, В. П. Барабанов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 371 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427844> (дата обращения 24.05.2018).
2. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Магистратура). (п) ISBN 978-5-16-009430-4, 600 экз  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441209>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС Университетская библиотека онлайн, путь доступа <http://biblioclub.ru>;
- ЭБС «Znanium», путь доступа <http://znanium.com/>.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;
- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;

- СПС КонсультантПлюс;
- ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;
- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей МАРС.

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - <a href="#">GNU LGPL v3+</a> )
Лаборатория (лаборатория физико-химические методы анализа), помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель, рабочее место преподавателя, доска меловая. Лабораторное оборудование: сушильный шкаф; электрошкаф сушильный СНОЛ; весы лабораторные электронные ADAM-НСВ 602Н; весы аналитические СУ-224С; набор ареометров; печь муфельная; центрифуга лабораторная; вытяжные шкафы; плитки электрические; спектрофотометр КФК-3; химическая лабораторная посуда и реактивы учебно-наглядные пособия	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)



### **Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. обновлен перечень основной и дополнительной литературы.