

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Основы электрохимической коррозии
модифицированных сплавов**

Направление подготовки 03.04.02–Физика
Направленность «Физика конденсированного состояния вещества»
Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Основы электрохимической коррозии модифицированных сплавов» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.04.02–Физика, утвержден 7 августа 2020 г., приказ № 914.

Разработал: Дьяков Илья Геннадьевич, доцент кафедры общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

Рецензент: Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики
Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью курса является формирование знаний об электрохимических процессах и механизмах, лежащих в основе механизма коррозии материалов в различных средах и условиях и способностей их использования в профессиональной деятельности.

В результате изучения учебной дисциплины «Основы электрохимической коррозии модифицированных сплавов» у обучаемых должна сформироваться компетенция:

– способен разрабатывать и организовывать выполнение мероприятий по тематическому плану (ПК-1)

Задачи дисциплины:

- изучение базовых понятий электрохимии;
- освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины;
- развитие четкого логического мышления.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

– способен разрабатывать и организовывать выполнение мероприятий по тематическому плану (ПК-2)

Код и содержание индикаторов компетенции:

ПК-1.2. Осуществляет научное руководство работами в соответствии с планом работы структурного подразделения, формирование их конечных целей и предполагаемых результатов

ПК-1.3. Осуществляет контроль выполнения предусмотренных планом заданий

ПК-1.4. Осуществляет контроль качества проведения работ, выполненных работниками и соисполнителями

знать:

- основы современных теорий в области электрохимии
- основные задачи научных исследований, в частности задачи электрохимии и коррозии металлов;
- способы планирования физических исследований, в частности границы применимости законов электрохимии и коррозии металлов

уметь:

- анализировать физическую ситуацию в заданных системах с применением основных законов электрохимии;
- самостоятельно ставить задачу физико-химического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических;

владеть:

- приемами работы на современном научно-исследовательском отечественном и зарубежном оборудовании;
- методами проведения электрохимических расчетов с помощью известных формул и уравнений, в том числе и с помощью компьютерных программ
- навыками проведения научной дискуссии по вопросам электрохимии

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина изучается на протяжении второго и третьего семестров части, формируемой участниками образовательных отношений, программы подготовки магистров физики. Содержание курса охватывает такие вопросы как: основы электрохимии, электрохимическая кинетика, коррозия металлов в газовой и жидкой среде,

коррозия цветных металлов и сплавов на их основе, неметаллических материалов, методы защиты от коррозии.

Перед изучением данной дисциплины обучающийся должен иметь представления о фазовых превращениях вещества в рамках курса общей физики, уметь использовать соответствующие уравнения классической термодинамики в различных физических моделях. Студенты-магистры должны иметь начальное представления об электрохимии, освоить применение уравнений реакций для оценки получаемых продуктов. Кроме того, обучающиеся должны быть знакомы с теорией химической связи в рамках квантовой механики. Требуемые знания и умения формируются в рамках обязательной части основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки Физика

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для выполнения научно-исследовательской работы, а также для подготовки магистерской диссертации.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	8
Общая трудоемкость в часах	288
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	88
Лекции	36
Практические занятия	52
Лабораторные занятия	
Самостоятельная работа в часах	200
Форма промежуточной аттестации	Зачет (2 семестр), Экзамен (3 семестр)

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	36
Практические занятия	52
Лабораторные занятия	
Консультации	2
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	90,6

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	Аудиторные занятия	Самостоятельная
---	------------------------	-------	--------------------	-----------------

		з.е/час	Лекц.	Практ.	Лаб.	работа
1	Основы электрохимии	48	6	10		32
2	Прикладная электрохимия	50	8	10		32
3	Основы теории коррозии металлов	48	6	10		32
4	Коррозионные характеристики металлов и сплавов	52	8	10		34
5	Методы защиты от коррозии	54	8	12		34
	Экзамен	36				36
	Итого	288	36	52		200

5.2. Содержание:

Тема 1. Основы электрохимии. Законы Фарадея. Скорость электрохимического процесса. Равновесный потенциал электрода. Ионные равновесия в водных растворах. Электропроводность электролитов. Методы расчета равновесных потенциалов. Относительная шкала электродных потенциалов. Двойной электрический слой. Явления адсорбции на границе электрод – раствор. Поляризация. Перенапряжение. Диффузионная кинетика. Теория медленного разряда. Поляризация при образовании новой фазы. Закономерности электродных процессов в условиях медленной химической реакции.

Тема 2. Прикладная электрохимия. Основные особенности электрохимических технологий. Распределение тока и рассеивающая способность электролита. Химические источники тока и их характеристики. Первичные ХИТ. Вторичные ХИТ. Топливные элементы. Электролиз водных растворов без выделения металлов. Электрохимические покрытия металлами сплавами. Железнение. Меднение. Хромирование. Анодная и химическая обработка металлов. Электролиз расплавов. Гидроэлектрометаллургия.

Тема 3. Основы теории коррозии металлов. Газовая коррозия металлов. Общая характеристика процессов газовой коррозии. Структура металлов и её влияние на коррозионные процессы. Основные стадии газовой коррозии металлов. Кинетика газовой коррозии металлов. Оксидные пленки на поверхности железа. Жаростойкое легирование. Электрохимическая коррозия. Термодинамика электрохимической коррозии. Диаграммы Пурбе. Кинетика электродных реакций. Коррозия с водородной деполяризацией. Коррозия с кислородной деполяризацией. Закономерности растворения металлов в активном состоянии. Коррозионные диаграммы. Зависимость скорости коррозии от состава раствора. Растворение двух металлов при их контакте. Механизм анодного растворения сплавов. Аномальные явления при растворении металлов. Пассивация. Локальные виды коррозии. Коррозия металлов в природных и технологических средах.

Тема 4. Коррозионные характеристики металлов и сплавов. Конструкционные материалы на основе железа. Конструкционные материалы на основе цветных металлов. Неорганические конструкционные материалы. Коррозионностойкие неметаллические материалы на основе органических соединений.

Тема 5. Методы защиты от коррозии. Фосфатные и оксидные защитные пленки. Гальванические покрытия. Жаростойкие защитные покрытия. Лакокрасочные защитные покрытия. Электрохимическая защита. Изменение состава среды. Ингибиторы.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Для изучения дисциплины рекомендуется завести две общих тетради: для лекций и

практических занятий и одну тетрадь формата А4 для оформления отчетов по лабораторным работам – лабораторный журнал.

Лекции. На лекциях передается важнейший пласт информации, посвященный основным теоретическим вопросам данной дисциплины. Преподаватель говорит, пишет и показывает, а студенты должны записывать в конспект обилие незнакомых сведений. Здесь основной трудностью является необходимость успеть выделить главное и записать его хотя бы частично. В связи с этим необходимо писать кратко, удерживая главное и применяя всевозможные сокращения. Вторая рекомендация – писать с большими межстрочными интервалами и обязательными полями, эти пространства потребуются для добавлений, исправления ошибок и знаковых записей (теорема, определение, следствие и т. д.). Наиболее важные формулы, их вывод и сопутствующие чертежи или рисунки преподаватель пишет на доске, однако ограничиваться их переносом в конспект ни в коем случае нельзя. Эта информация далека от минимально необходимой для получения хотя бы удовлетворительной оценки. Нужно стараться записать как можно больше из всего, что говорит лектор. Не следует опасаться излишне подробного конспекта. Особое и очень важное место занимают чертежи и рисунки. Распространенной ошибкой являются слишком мелкие рисунки и графики. Не экономьте бумагу на размерах чертежей. На рисунках должно быть достаточно места для обозначений физических величин, координатных осей и многого другого.

Во внеаудиторное время нужно потратить немного времени на улучшение лекции в конспекте. Исправить ошибки, добавить пропущенное, пользуясь учебником или другим конспектом. Отметить на полях важные для подготовки к экзамену элементы. Такая «обработка» конспекта очень полезна для запоминания.

Самостоятельная работа. Основными формами самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение рекомендованной литературы и решение задач.

В первую очередь необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента. Умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на лабораторных занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала – умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Тема дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Основы электрохимии	Решение индивидуальных заданий	32	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1, 2] из списка дополнительной	Письменный опрос
2.	Прикладная электрохимия	Решение индивидуальных заданий	32	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1,2] из списка дополнительной	Письменный опрос

3	Основы теории коррозии металлов	Обзор литературы	32	Для подготовки рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [2] из списка дополнительной	Письменный опрос
4	Коррозионные характеристики металлов и сплавов	Аналитический обзор литературы	34	Для подготовки рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [4] из списка дополнительной	Письменный опрос
5	Методы защиты от коррозии	Решение индивидуальных заданий	34	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3, 5] из списка дополнительной	Защита практического расчета

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые условия допуска к экзамену:

- Наличие полного конспекта лекций
- Сдача всех контрольных работ (3 шт.) с положительным результатом

Ниже приведены примерные планы практических занятий.

Семинар 1-4. Первое начало термодинамики.

Обсуждаемые вопросы: Внутренняя энергия, работа, теплота. Первое начало термодинамики. Закон Гесса. Термохимия. Связь теплоемкости с термодинамическими функциями. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газов и твердых тел.

Семинар 5-8. Второе начало термодинамики.

Обсуждаемые вопросы: Второе начало термодинамики. Принцип Каратеодори. Изменение энтропии в различных процессах. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Характеристическая функция. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал. Активность и коэффициент активности.

Семинар 9-12. Основы электрохимии.

Обсуждаемые вопросы: Термодинамическая и электростатическая теории растворов. Средний коэффициент активности сильного электролита. Электрическая проводимость растворов электролита. Теория Онзагера. Подвижность и числа переноса.

Семинар 13-16. Термодинамика электрохимических процессов

Обсуждаемые вопросы: Термодинамика электрохимических процессов. Равновесный и стандартный электрохимический потенциалы. Типы электродов. Химические цепи. Диффузионный потенциал. Потенциометрия. Двойной электрический слой. Электрокапиллярные явления. Потенциал нулевого заряда. Емкость ДЭС.

Семинар 17-20. Основы теории коррозии.

Обсуждаемые вопросы:

Семинар 21-24. Методы защиты от коррозии

Обсуждаемые вопросы: Гомогенный катализ. Причины активности и селективности. Соотношение Бренстеда-Поляни. Металлокомплексный и ферментативный катализ. Гетерогенный катализ. Адсорбция на поверхности катализатора. Макрокинетика гетерогенного катализа. Теория гетерогенного катализа.

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

а) основная:

1. Рубинштейн, Д.Л. Физическая химия / Д.Л. Рубинштейн. - Москва ; Ленинград : Изд-во Акад. наук СССР, 1940. - 440 с. - ISBN 978-5-4458-0250-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119190> (26.07.2018).
2. Макаров, А.Г. Теоретические и практические основы физической химии : учебное пособие / А.Г. Макаров, М.О. Сагида, Д.А. Раздобреев ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 172 с. : табл., ил., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1245-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840\(26.07.2018\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840(26.07.2018)).
3. Физическая химия : учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 396 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-7882-1367-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258360> (26.07.2018).

б) дополнительная:

1. Бродский, А.И. Физическая химия / А.И. Бродский. - 6-е изд., перераб., доп. - Москва ; Ленинград : Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1948. - Т. 1. Свойства материи, химическая термодинамика. - 490 с. - ISBN 978-5-4458-5354-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222532> (26.07.2018).
2. Бродский, А.И. Физическая химия / А.И. Бродский. - 6-е изд., перераб., доп. - Москва ; Ленинград : Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1948. - Т. 2. Растворы, электрохимия, химическая кинетика, фотохимия. - 513 с. - ISBN 978-5-4458-5355-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222533> (26.07.2018).
3. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов : учебное пособие / С.С. Виноградова, Р.А. Кайдриков, А.Н. Макарова, Б.Л. Журавлев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 144 с. : табл., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1505-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428289\(26.07.2018\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428289(26.07.2018)).
4. Терзиян, Т.В. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Т.В. Терзиян. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 108 с. - ISBN 978-5-7996-0789-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239715> (26.07.2018).
5. Электролиты: учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 117 с. : табл., граф., ил. - ISBN 978-5-7882-1674-4 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428693\(26.07.2018\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428693(26.07.2018)).

6. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7882-1549-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427846> (26.07.2018).

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

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

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

Аудитория для лекций:

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа (например, корпус Е, № 226, количество посадочных мест – 60, мультимедийный комплекс, включающий экран, компьютер и проектор)

Аудитории для практических занятий:

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips.

Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО

ЮнитАльфаСофт.

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.