

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра общей химии

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ¹

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРРОЗИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

Уровень подготовки
высшее образование – магистратура

Направление подготовки (специальность)
28.04.02 Наноинженерия

Направленность подготовки (профиль, специализация)
Наноинженерия в машиностроении

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Уфа 2015

Исполнители:

доцент
должность

В.М.нов
личная подпись

Попов В.И.
расшифровка подписи

Заведующий кафедрой
Общей химии
наименование кафедры

Докичев
личная подпись

Докичев В.А.
расшифровка подписи

¹ Аннотация рабочей программы дисциплины отражает краткое содержание рабочей программы дисциплины, являющейся неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "физико-химические основы коррозии наноматериалов" является дисциплиной вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 28.04.02 "Наноинженерия" (магистратура), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" марта 2016 г. № 307.

Целью освоения дисциплины является обеспечение фундаментальной и профессиональной подготовки магистрантов в области физико-химических основ коррозии наноматериалов, что необходимо при решении инновационных проблем по созданию промышленных изделий из наноматериалов; контроль за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий; эксплуатации нанотехнологических систем; проведении научно-технических экспертиз в области инженерных нанотехнологий.

Задачи дисциплины – сформировать у магистрантов современные представления о физико-химических основах коррозии и защиты наноматериалов, необходимые при создании коррозионноустойчивых промышленных изделий из наноматериалов, их проектировании, коррозионном контроле качества изделий из наноматериалов, антикоррозионной защите при эксплуатации, обеспечении антикоррозионной составляющей научно-технических экспертиз в области инженерных нанотехнологий.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	Способность глубоко осмысливать и формулировать решение проблем инженерной нанотехнологии путем интеграции фундаментальных физико-химических основ нанотехнологий и нанодиагностики, механики, оптики, электроники, микропроцессорной техники, проектирования и технологии приборов (машин, систем), специализированных знаний в сфере профессиональной деятельности (в соответствии с программой магистратуры).	ОПК-4	Пороговый уровень 1 этап.	Теория твердости тела и полупроводниковые гетероструктуры Б1.Б4

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	Способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	ОК-1	Базовый уровень, 1 этап, т.к позволяет решить типовые задачи по антикоррозионной защите наноматериалов. (60% компетенции)	Современные проблемы нанотехнологии Б1.Б.5.
2	Способность осуществлять контроль за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий.	ПК-11	Базовый уровень, 1 этап, т.к рассматривается коррозионная диагностика для контроля за технологией и качеством изделий. (20% компетенции, т.к есть и другие виды контроля).	Научно-производственная практика. Б2.4.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	ОК-1	Физико-химические основы коррозии наноматериалов.	Рассчитывать термодинамические и кинетические параметры коррозионных процессов, выбирать оптимальные методы защиты наноматериалов.	Владеть методиками получения и изучения свойств защитных покрытий, применения ингибиторов, обработки среды, получения и анализ коррозионных диаграмм.
2	Способность осуществлять контроль за параметрами нанотехнологических процессов и	ПК-11	Теорию и практику методов коррозионных испытаний.	Анализировать технологический процесс с целью оптимизации антикоррозийной защиты;	Методами лабораторного контроля изделий из наноматериалов; методами

	качеством производства изделий.			планировать различные способы контроля качества изделий - электрохимические, ультра-звуковые, радиационные и др.	коррозионной диагностики коррозионного растрескивания, фреттинг-коррозии и др; Защиты изделий от коррозии.
--	---------------------------------	--	--	--	--

Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Индекс Б1.В.ДВ.3

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	1 семестр	2 семестр
Лекции (Л)	16	
Практические занятия (ПЗ)	24	
Лабораторные работы (ЛР)	20	
КСР	5	
Курсовая проект работа (КР)		
Расчетно - графическая работа (РГР)	106	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)		
Подготовка и сдача экзамена		
Подготовка и сдача зачета	9	
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой	

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p>Введение. Химическая коррозия наноматериалов, методы защиты от нее. Понятие о коррозии. Классификация коррозии по характеру разрушений и механизму процесса. Характеристика таких различных видов коррозии, как химическая и электрохимическая коррозия, биокоррозия, водородная коррозия, фреттинг-коррозия. Способы оценки скорости коррозии. Убытки, причиняемые коррозией металлов. Основы нанохимии, используемые при изучении коррозионных свойств наноматериалов. Модели реакций атомов металлов в матрицах. Термодинамические особенности наночастиц. Кинетика химических процессов на поверхности наночастиц. Определение химической коррозии. Протекание химической коррозии в газовой среде и неэлектролитах. Жаростойкость металлов. Газовая коррозия. Закономерности адсорбции окислителя, образования поверхностных соединений. Изотермы адсорбции. Пленки на металлах. Изотерма Вант-Гоффа для расчета энергии Гиббса при газовой коррозии. Температурная зависимость давления диссоциации оксидов металлов. Оценка термодинамической возможности самопроизвольного окисления металлов. Механизмы роста пленок на металлах - линейный, параболический, экспоненциальный, логарифмический. Условия сплошности пленок по Пиллингу-Бэдвордсу.</p>	2	4	2	-	8	16	Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов	

	<p>Виды контроля химической коррозии - диффузионный, диффузионно-кинетический, переносом в тонких пленках. Механизм диффузии в защитных пленках. Ионно-электронный механизм роста пленок. Напряжения в защитных пленках. Влияние температуры и состава газовой среды на скорость коррозии металлов. Особенности химической коррозии наноматериалов. Теория жаростойкого легирования. Жаростойкие сплавы. Жаростойкие диффузионные покрытия. Гальванические, эмалевые и металлокерамические покрытия. Защитные атмосферы. Методы уменьшения окисления металлов.</p>								
2	<p>Электрохимическая коррозия наноматериалов, термодинамика, кинетика. Определение электрохимической коррозии. Важность рассмотрения процессов на фазовой границе для понимания его механизма. Изменение равновесной концентрации частиц по мере приближения к фазовой границе. Причины положительной и отрицательной адсорбции. Уравнение Гиббса. Различие между понятиями адсорбции и поверхностной концентрации. Пространственное разделение зарядов и, из-за него, изменение гальвани-потенциала. Возникновение двойного электрического слоя. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Потенциалы нулевого заряда. Электрокапиллярные явления. Зависимость пограничного натяжения от потенциала</p>	2	6	2	-	14	24		<p>Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов</p>

<p>электроды и состава раствора. Емкость двойного электрического слоя. Потенциалы нулевого заряда и возникновение ЭДС электрохимической цепи. Основные модельные представления о строении двойного электрического слоя. Специфическая адсорбция. Изотерма Фрумкина. Диаграмма электрохимической устойчивости воды. Диаграммы Пурбэ для системы металл-вода. Термодинамика электрохимической коррозии металлов. Коррозионные макро- и микрогальванические элементы и причины их возникновения. Поля коррозионной устойчивости на примерах систем Mg-H₂O, Cr-H₂O, Ti-H₂O, Al-H₂O и др. Стадии процесса катодного выделения водорода. Теории замедленного разряда, замедленной рекомбинации, замедленной электрохимической десорбции. Природа водородного перенапряжения на различных металлах. Характерные особенности коррозии металлов с водородной деполяризацией: незначительная зависимость от гидродинамических факторов; чувствительность к изменениям pH, к природе и содержанию примесей как в металле, так и в электролите; протекание процесса с ускорением. Термодинамическая возможность коррозии с кислородной деполяризацией. Схема катодного процесса с кислородной деполяризацией. Перенапряжение ионизации</p>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	кислорода. Стадии катодной реакции ионизации кислорода. Диффузия кислорода через слой электролита. Характерные особенности коррозии металлов с кислородной деполяризацией. Случаи, когда замедленными стадиями являются следующие: ионизация кислорода (кинетический контроль); диффузия кислорода (диффузионный контроль); одновременно ионизация и диффузия кислорода (диффузионно-кинетический контроль). Аэрационные пары.								
3	Защита наноматериалов (НМ) от электрохимической коррозии. Анодная потенциостатическая кривая для металла, способного пассивироваться. Активное состояние металла. Фладе-потенциал. Переходное, пассивное и транспассивное состояния. Пленочная и адсорбционная теории пассивности. Адсорбционно-электрохимический механизм пассивирования. Схема установления стационарного (компромиссного) коррозионного потенциала. Коррозионная диаграмма. Катодная протекторная защита. Катодная защита внешним током. Анодная защита внешним током. Уменьшение содержания деполяризатора. Нейтрализация кислых сред. Деаэрация воды - термическая, десорбционная, химическое обескислороживание, сталестружечная обработка. Ингибиторы коррозии. Закономерности адсорбции ингибиторов на защищаемой поверхности. Кислотные замедлители коррозии. Адсорбционное	2	-	4	-	10	16		Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов

	вытеснение с поверхности металла анионов, способствующих ионизации металла. Травильные присадки. Окислители-пассиваторы, приводящие к переходу металла в пассивное состояние. Примеры анодных, катодных и молекулярно-активных ингибиторов. Замедлители атмосферной коррозии: контактные, летучие.								
4	Локальные виды коррозии НМ. Коррозионное растрескивание алюминиевых и титановых сплавов. Расслаивающая коррозия алюминия. Оксидно-гидридная пассивация титана. Зернограничное коррозионное разрушение меди. Сравнение коррозионной стойкости объемных наноструктурных материалов с крупнокристаллическими.	2	6	-	-	14	22		Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов
5	Электролитические защитные покрытия на НМ. Классификация защитных покрытий по назначению, материалам, механизму защитного действия (анодные и катодные покрытия). Способы нанесения покрытий. Химическое и гальваническое нанесение покрытий. Композиционные электролитические покрытия. Многослойные покрытия с повышенной коррозионной стойкостью. Конверсионные покрытия - анодирование алюминия и его сплавов, фосфатирование и др. Диффузионные и плазменные покрытия, плакирование, поверхностное легирование. Неметаллические покрытия - эмалирование, лакокрасочные покрытия, в том числе, получаемые электроосаждением, и с протекторными добавками.	2	2	8	-	10	22		Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов

6	<p>Коррозия и защита конструкционных объемных наноструктурных сплавов. Внешние и внутренние факторы коррозии наноматериалов. Пути получения коррозионностойких сплавов. Влияние легирующих компонентов на пассивацию сплавов на основе титана, железа, хрома и др. Принципы коррозионностойкого легирования. Коррозионные характеристики и способы защиты железа и жаростойких нержавеющей сталей, сплавов на основе никеля, титана, магния, алюминия, меди, сплавов других цветных и редких металлов, металлокерамических композиционных и аморфных металлических сплавов. Электрохимические свойства железа. Пассивация железа. Коррозия низкоуглеродистых сталей. Влияние примесей на скорость коррозии. Коррозия медистых сталей. Нержавеющие (коррозионностойкие) стали систем Fe-Cr, Fe-Cr-Ni, Fe-Si и Fe-Ni. Пассивность нержавеющей сталей. Формирование пассивной пленки в виде гидратированных оксидов с гелеобразной структурой. Коррозионные свойства хромистых сталей. Высокохромистые стали по примеси внедрения. Влияние некоторых легирующих элементов (Ni, Cu, Mo, W, Pd, Ru) на коррозионную стойкость суперферритных сталей. Аустенитные, аустенитно-ферритные и высокопрочные коррозионностойкие стали.</p>	2	-	-	5	30	37		Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов
---	--	---	---	---	---	----	----	--	---

<p>Микрористаллические аустенитные стали. Причины репассивации. Кислотостойкие литые стали. Железо-никелевые стали.</p> <p>Коррозионностойкие высоколегированные чугуны. Коррозионная стойкость титана и его сплавов в различных средах, в частности, в присутствии хлор-ионов и в природных условиях. Формирование пассивных слоев на титане. Повышенные защитные свойства пассивных слоев на базисной плоскости (0001) монокристаллического титана, по сравнению с боковыми плоскостями (1122 и 1120), как причина высокой коррозионной стойкости аморфных титановых сплавов. Влияние наводороживания титана на его коррозионную стойкость. Титановые сплавы с пассивирующим компонентом (Ta, Nb, Zr, Hf, Mo, Cr, Al, S).</p> <p>Катодно-модифицированные титановые сплавы, механизм их пассивации и повышения коррозионной стойкости. Электрохимические и коррозионные характеристики алюминия, структура пассивной пленки и ее аморфность. Способность алюминия к самопассивации. Влияние примесей на коррозионную стойкость. Стойкость алюминия в атмосфере и к высокотемпературной коррозии. Анодирование как метод противокоррозионной защиты алюминия. Коррозионная стойкость деформированных сплавов малой, средней и высокой прочности. Механизм коррозионного разрушения дуралюминия, выделение $CuAl_2$ по</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>границам зерен. Анодные включения типа Ni_2Al_3 для устранения склонности сплава к межкристаллитной коррозии. Коррозионная стойкость силуминов, высоколегированного магналия АМГ < 10% Mg. Коррозионная стойкость литейных алюминиевых сплавов. Влияние содержания меди на понижение коррозионной стойкости. Устранение пористости кристаллов под давлением как способ повышения антикоррозионных свойств. Коррозионное поведение магния. Высокая термодинамическая активность магния и высокая склонность его к пассивации за исключением сред, содержащих хлор-ионы. Повышение скорости коррозии магния под влиянием примесей. Отрицательный дифференциальный эффект – рост скорости саморастворения при анодной поляризации в присутствии хлор-ионов. Влияние различных присадок на коррозию магниевых сплавов. Повышение коррозионной стойкости при гомогенизирующей термообработке и ее снижение при выпадении новой фазы. Коррозионная стойкость магниевых сплавов, обработанных прессованием с < 10% Al, < 3% Zn и < 2,5% Mn; деформируемых сплавов средней прочности – МА-1, АМ, литейных – МЛ-4, МЛ-5 как протекторов для защиты железных конструкций, сплавов с повышенной прочностью (Mg-Zn-Zr, Mg-Zn-Zr-Cd); сверхлегких (Mg- (10-14%) Li);</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	высококоррозионностойких (99,999% Mg) и с примесями железа, меди, никеля, кремния 0,4-0,8% и меньше; сплавов типа электрон с содержанием железа 0,001-0,002%, когда защитные свойства максимальны. Склонность конструкционных магниевых сплавов к местной (язвенной) коррозии и коррозионному растрескиванию. Пониженная склонность к коррозионному растрескиванию у чистого магния и сплавов с меньшей прочностью (МА-1 с 1,5% Mn и др.) и возможности их применения в деформированном состоянии.								
7	Коррозионная стойкость наноматериалов после высоких технологий. Коррозионная стойкость деталей после модифицирования поверхностного слоя нанесением гальванических, плазменных, электроискровых, вакуумно-конденсационных покрытий, поверхностного легирования термодиффузионным способом, плакирования или наварки более стойким металлом. Влияние имплантации ионами азота, бора, аргона, ксенона, углерода, лантана, хрома и др. на повышение коррозионной стойкости сплавов на основе никеля, хрома, титана против газовой и электрохимической коррозии. Повышение коррозионной стойкости сплавов при лазерной обработке для поверхностного легирования, при легировании водородной плазмой титановых сплавов, при легировании в электролитной плазме, использовании методов нанотехнологий.	2	4	-	-	10	16		Лекция-визуализация, проблемное обучение на основе опытов
8	Коррозионный мониторинг	2	2	4	-	10	18		Лекция-

<p>наноматериалов. Классификация методов коррозионных исследований - лабораторные, внелабораторные и эксплуатационные. Показатели коррозии металлов - качественные, количественные. Десятибальная шкала коррозионной стойкости металлов. Методы изучения пленок на металлах. Испытание металлов на газовую коррозию (жаростойкость). Методы исследования электрохимической коррозии металлов. Коррозионные испытания металлов в электролитах при повышенной температуре, в коррозионных камерах. Определение скорости коррозии по объемам выделившегося водорода, или поглощенного кислорода. Коррозионные испытания при наложении растягивающих напряжений. Потенциостатические и потенциодинамические методы определения токов коррозии, коррозионных потенциалов, склонности гальванопокровов к питтингообразованию. Заключение: обзор основных проблем коррозии и защиты материалов, новых перспективных веществ и методов антикоррозионной защиты наноматериалов.</p>								<p>визуализация, проблемное обучение на основе опытов</p>
<p>Всего часов</p>	<p>16</p>	<p>24</p>	<p>20</p>	<p>5</p>	<p>106</p>	<p>171</p>		

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 80% от общего количества аудиторных часов по дисциплине "физико-химические основы коррозии наноматериалов".

Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Изучение механизма химической коррозии НМ.	2
2	2	Изучение механизма электрохимической коррозии НМ.	2
3	3	Обработка коррозионной среды и конверсия поверхности НМ.	4
4	5	Химические и композиционные защиты коррозии на НМ.	4
5	5	Электролитические защитные и функциональные покрытия на НМ.	4
6	8	Коррозионная диагностика и методы коррозионных испытаний НМ.	4

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Термодинамика и кинетика химической коррозии НМ.	2
2	1	Методы защиты НМ от химической коррозии.	2
3	2	Двойной электрический слой в коррозионной системе.	2
4	2	Термодинамика электрической коррозии НМ.	2
5	2	Кинетика коррозии НМ с водородной и кислородной деполяризацией.	2
6	4	Коррозионное растрескивание алюминиевых, титановых, магниевых сплавов.	2
7	4	Расслаивающая коррозия алюминия.	2
8	4	Зернограничное коррозионное разрушение меди.	2
9	5	Анодные и катодные покрытия.	2
10	7	Повышение коррозионной стойкости НМ легированием водородной и электролитной плазмой.	2
11	7	Повышение коррозионной стойкости НМ ионной имплантацией и лазерной обработкой.	2
12	8	Методы коррозионных испытаний.	24
Всего часов			24

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Душик В.В. Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий. [Электронный ресурс]: курс лекций: / Душик В.В., Ракоч А.И, Лахотнин Ю.В. – Москва: МИСИС, 2013
2. Пустов Ю.А. Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Методы коррозионных исследований и испытаний. [Электронный ресурс]: курс лекций: / Пустов Ю.А., Ракоч А.Г. – Москва: МИСИС, 2013
3. Дашевский В.Я. Физико-химические основы раскисления железоникелевых сплавов [Электронный ресурс] / В.Я. Дашевский; [отв. Ред. Л.И. Леонтьев] – Москва: Физматлит, 2011 – 152 с.
4. Колмаков А.Г. Основы технологий и применение наноматериалов [Электронный ресурс] / А.Г. Колмаков, С.М. Баринов, М.И. Алымов – Москва: Физматлит, 2012 – 208 с.
5. Афанасьев Б.Н. Физическая химия. [Электронный ресурс]: учебник / Б.Н. Афанасьев, Ю.А. Кулова - Москва: Лань, 2012 – 484 с.
6. Бокштейн Б.С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. [Электронный ресурс]: (пособия для студентов вузов) / Б.С. Бокштейн, А.Б. Ярославцев – Москва: МИСИС, 2005 – 362 с.

Дополнительная литература

1. Белюстин А.А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения: [Электронный ресурс] / Белюстин А.А. – Москва: Лань, 2015
2. Журнал РАН "Физикохимия поверхностей и защита материалов" 2011-2016 г.
3. Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. [Электронный ресурс]: учебник: Москва: Лань, 2014.
4. Пономарева К.С. Сборник задач по физической химии. [Электронный ресурс]. [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: "Металлургия" и "Физика металлов"]. / К.С. Пономарева, В.Г. Гугла, Г.С. Никольская – Москва: МИСИС, 2008 – 340 с.
5. Лабораторный практикум по общей химии: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям] / Н.А. Амирханова и др. – Уфа, УГАТУ, 2009г. – 290 с
6. Сборник задач по общей химии: [учебное пособие для студентов всех форм обучения, обучающихся по всем направлениям и специальностям / Н.А. Амирханова и др.] ГОУ ВПО УГАТУ, Уфа: УГАТУ, 2009г. – 179 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ

<http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus>

Свидетельство о регистрации №2012620618 от 22.06.2012

Образовательные технологии

При реализации дисциплины применяются классические образовательные технологии. Используется чтение лекций-визуализаций с применением метода восхождения.

Лекция – визуализация учит магистрантов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счёт систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Лекция – визуализация способствует созданию проблемной ситуации, разрешение которой, в отличие от проблемной лекции, где используются

вопросы, происходит на основе анализа, синтеза, обобщения, свёртывания или развёртывания информации, то есть с включением активной мыслительной деятельности.

Теория восхождения Сатбалдиной С.Т. применительно к высшей школе позволяет вводить в структуру лекции этапы: непосредственно-синтетический подход (создаётся базис для изучения темы); формирование образных представлений (примеры химических реакций). Как дополнительный этап желательно ввести оценку инновации магистрантами.

Примером лекции – визуализации с применением теории восхождения может служить лекция по теме «Электрохимическая коррозия наноматериалов».

Чтение лекций сводится к связному, развёрнутому комментированию подготовленных наглядных материалов, а именно презентаций и ярких опытов, полностью раскрывающему тему данной лекции. Представленная таким образом информация должна обеспечить систематизацию имеющихся у магистрантов знаний. Визуализация ведёт к созданию проблемной ситуации, на лекции используются разные виды визуализации – натуральные, изобразительные, символические. При переходе от текста от одного вида наглядности к другому может теряться некоторое количество информации. Но это является преимуществом, так как позволяет сконцентрировать внимание на наиболее важных аспектах и особенностях содержания лекции, способствовать его пониманию и усвоению. Такая лекция позволяет заинтересовать и ввести магистрантов в данную тему.

Возникающая при этом проблемная ситуация создаёт психологическую установку на изучение материала, развитие навыков наглядной информации. Изучение коррозии в виде лекции - визуализации формирует образное представление о процессе. Когда рассматриваются инновационные примеры в виде опытов по современной защите материалов, например, введению ингибиторов, анодной защите это усиливает образность представлений, магистрант как эксперт полнее вникает в возникающие проблемные ситуации и их решения.

Всё это ведёт к повышению познавательной активности магистранта, повышению качества его подготовки по курсу "Физико-химические основы коррозии наноматериалов".

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование оборудования

1. Компьютерный блок «АЦП»
2. Программатор ПР-8 – 1 шт
3. Микроскоп МИИ-4У4.2
4. Цифровой фотоаппарат «Олимпус»
5. Коррозиметр
6. Профилометр
7. Профилограф
8. Установка для ЭХО
9. Осциллограф С1-112А – 2 шт
10. Блок питания Б5-44 – 2 шт
11. Вольтметр В7-22А – 2 шт
12. Электромагнитная мешалка М2 – 2 шт
13. Ультратермостат УТП – 2 шт

14. рН-метр 121 – 2 шт
15. Весы аналитические ВЛР-200 – 1 шт
16. Выпрямитель ВСА-10 А – 4 шт
17. Амперметр МЛ-20 – 4 шт
18. Ионметр И-1202 – 2 шт
19. Вольтметр
20. Потенциометр р37/1 – 4 шт
21. Милливольтметр РН-101 – 4 шт
22. Встряхиватель – 2 шт
23. Электроды сравнения

Технические средства обучения

1. Электрофицированная Периодическая таблица Д.И. Менделеева
2. Плакаты, демонстрационные опыты, комплект лабораторного оборудования .
3. Мультимедийные средства, презентация лекций.
4. Набор слайдов, кинофильмов.

Аудитории: 2-218, 9-207.

Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.