

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

Утверждаю:
Директор Института естествознания
Е.В. Скрипникова
21 января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине
Б1.В.ОД.2
«Физикохимия наноматериалов»

Направление подготовки:
18.06.01 – Химическая технология

Направленность (профиль)
Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Уровень высшего образования
подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения
очная, заочная

Год набора
2021

Автор программы:

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 883).

Рабочая программа принята на заседании кафедры химии «14» января 2021 года, протокол № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - Формирование компетенций в области научно-исследовательской деятельности, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, с использованием современной аппаратуры.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области химической технологии.

Задачи:

Приобретение знаний и умений в области информационно-аналитической и экспериментально-технологической деятельности при создании новых электрохимических технологий, использования наноразмерных эффектов нанодисперсных материалов в технологических процессах и целенаправленного управления ими.

- участие в подготовке и проведении фундаментальных и прикладных исследований по разработке путей и методов защиты современных и вновь создаваемых коррозионностойких конструкционных материалов в условиях постоянного ужесточения воздействия внешней среды.

- участие в подготовке отчетов и аннотаций;

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Задачи:

- подготовка учебных материалов и проведение теоретических и лабораторных занятий в образовательных организациях высшего образования;

- подготовка кадров высшего профессионального образования, владеющих методами исследования в данной области.

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ПК-1. Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знает и понимает: - возможности современной аппаратуры для проведения исследований и контроля электрохимических процессов Код З1(ПК-1)
	Умеет (способен продемонстрировать): - применять современное электронное оборудование при проведении научных исследований в процессе выполнения опытно-конструкторских работ, в организации и отладке технологических процессов Код У1(ПК-1)
	Владеет: - методами компьютерного моделирования процессов, протекающих в химической технологии Код В1(ПК-1)
ПК-2. Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Умеет (способен продемонстрировать): - анализировать и ставить задачу исследования, выбирать оптимальные пути и методы решения на основе как традиционных, так и новых разделов химии Код У1(ПК-2)
	Владеет: - современными теоретическими и экспериментальными методами исследования Код В1(ПК-2)

ОПК-1. Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	Знает и понимает: - основные законы, правила и положения химии, химической термодинамики, электрохимической кинетики, необходимые для использования их в научно-исследовательской деятельности и технологической практике Код 31(ОПК-1)
	Умеет (способен продемонстрировать): - формулировать фундаментальные и частные задачи по направлению «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» и планировать пути и методы их решения Код У1(ОПК-1)
	Владеет: - современными теоретическими и экспериментальными методами исследования электрохимической и химической термодинамики Код В1(ОПК-1)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Физикохимия наноматериалов» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ПК-1 – Защита металлов от сероводородной коррозии, Гальванические покрытия

ПК-2- Актуальные задачи современной химии

ОПК-1 – Химия углеродных материалов

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Физикохимия наноматериалов» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология, направленность (профиль) – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Дисциплина «Физикохимия наноматериалов» изучается во 2 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

3.2 Содержание курса:

№ те	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)	Формы текущего контроля
------	-----------------------	---	-------------------------

мы		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Классификация наноразмерных эффектов. Наносостояние вещества. Пути создания наносостояния вещества и роль предшествующих процессов.	2/1	2/...	.../...	12/17	Собеседование, тестирование
2.	Тема 2. Основы равновесной термодинамики и термодинамика поверхности и поверхностей раздела фаз ...	2/1	2/...	.../...	12/17	Собеседование, тестирование
3.	Тема 3. Кластеры. Роль кластеров в наличии наноразмерных эффектов. Классификация кластеров по И.П.Суздальву. Экспериментальные доказательства образования реакционноспособных кластеров.	2/1	4/...	.../...	12/17	Собеседование, тестирование
4.	Тема 4. Некоторые термодинамические и кинетические аспекты наноразмерных эффектов. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях. Подавление наноразмерных эффектов наноматериалов адсорбатами из газовой и жидкой фаз. Некоторые вопросы создания химических нанотехнологий.	4/1	4/...	.../...	14/17	Собеседование, тестирование

Тема 1. Классификация наноразмерных эффектов. Наносостояние вещества. Пути создания наносостояния вещества и роль предшествующих процессов.

Лекция. Нестерические эффекты, обусловленные переходом вещества в наносостояние. Поддержание наносостояния вещества. Природа воздействия предшествующих реакций, ведущих к возникновению наносостояния вещества и наноразмерных эффектов. Пути создания и поддержания наносостояния вещества.

Практическое занятие. Вопросы для обсуждения:

1. Формулировка понятия «наносостояние».
2. Пути создания наносостояния.
3. Роль предшествующих процессов в создании наносостояния.

Задания для самостоятельной работы:

1. История развития представлений о наноматериалах.
2. Создание аппаратуры для работы с наноматериалами

Тема 2. Основы равновесной термодинамики и термодинамика поверхности и поверхностей раздела фаз.

Лекция. Некоторые понятия и определения. Законы термодинамики, термодинамические потенциалы и энтропия. Природа границы раздела жидкость-пар. Адгезия и когезия. Адсорбция и десорбция. Изотермы адсорбции. Термодинамика фазовых переходов, индуцированных давлением.

Практическое занятие. Вопросы для обсуждения:

1. Основы равновесной термодинамики.
2. Термодинамика поверхности.
3. Термодинамика поверхностей раздела фаз.

Задания для самостоятельной работы

1. Роль размерных эффектов в физикохимических свойствах наноматериалов.
2. Роль поверхностей раздела в физикохимических свойствах наноматериалов.

Тема 3. Кластеры. Роль кластеров в наличии наноразмерных эффектов. Классификация кластеров по И.П. Суздальеву. Экспериментальные доказательства образования реакционноспособных кластеров.

Лекция. Классификация кластеров по природе и реакционной способности. Роль кластерных образований. Стабильность кластеров и их химическая активность. Молекулярные кластеры металлов. Газовые безлигандные кластеры. Коллоидные кластеры. Твердотельные нанокластеры. Матричные нанокластеры. Тонкие наноструктурированные пленки. Экспериментальные доказательства образования реакционноспособных кластеров.

Практическое занятие. Вопросы для обсуждения:

1. Определение кластеров.
2. Кластерообразование.
3. Стабильность кластеров и их химическая активность.
4. Реакционноспособные кластеры.

Задания для самостоятельной работы

1. Молекулярные кластеры металлов.
2. Газовые безлигандные кластеры.
3. Коллоидные кластеры.
4. Твердотельные нанокластеры.
5. Матричные нанокластеры.

Тема 4. Некоторые термодинамические и кинетические аспекты наноразмерных эффектов. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях. Подавление наноразмерных эффектов наноматериалов адсорбатами из газовой и жидкой фаз. Некоторые вопросы создания химических нанотехнологий.

Лекция. Теоретический анализ проблемы. Гомогенная нуклеация. Гетерогенная нуклеация. Механизм нуклеации. Двумерная нуклеация. Типы механизмов гетерогенного зародыше-бразования. Механизмы Фольмера - Вебера и Франка – Ван-дер-Мерве. Атомистический подход к термодинамике нуклеации. Формирование новой поверхности. Рост зародышей новой фазы при электрохимической кристаллизации. Диффузионный режим. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях. Подавление наноразмерных эффектов наноматериалов адсорбатами из газовой и жидкой фаз. Общие закономерности хемосорбции на свежееобразованной поверхности железа и цинка.

Практическое занятие. Вопросы для обсуждения:

1. Общие закономерности хемосорбции на свежееобразованной поверхности железа и цинка.
2. Адсорбаты из газовой фазы.
3. Адсорбаты из жидкой фазы.
4. Пути предотвращения подавления наноразмерных эффектов.

Задания для самостоятельной работы

Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях

1. Теоретический анализ проблемы.
2. Гомогенная нуклеация.
3. Гетерогенная нуклеация.
4. Механизм нуклеации.
6. Двумерная нуклеация
7. Углеродные материалы как аккумуляторы водорода

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

Собеседование, тестирование.

4.2 Типовые задания текущего контроля

Вопросы для собеседования.

Тема: «Экспериментальные доказательства образования реакционноспособных кластеров»

1. Кластерообразование при растворении интерметаллических фаз.
2. Равномерное растворение интерметаллидов.
3. Равномерное растворение интерметаллидов с обратным высаживанием благородного компонента.
4. Избирательное растворение интерметаллидов
- 17
5. Фазовые перегруппировки при избирательном растворении интерметаллидов.
6. Латеральная диффузия при образовании кластеров.

Типовые задания тестирования

1. Что такое наноматериалы?
 - а) Материалы с размерами частиц от 1 до 100 нм.
 - в) Материалы с размерами частиц от 200 до 500 нм.
 - с) Материалы с размерами частиц от 0,01 до 0,1 нм.
2. Пути создания наносостояния.
 - а) Предшествующая химическая реакция.
 - в) Повышение температуры до 10000 °С
 - с) Наличие кислородной атмосферы

3. Приведите примеры наноматериалов

- а) Фуллерены
- в) аморфный углерод
- с) алмаз

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Развитие науки о наноматериалах.
2. Наносостояние вещества и наноразмерные эффекты.
3. Возникновение, поддержание, управление наноразмерными эффектами.
4. Термодинамическая и кинетическая особенности наноструктурированных материалов.
5. Самоорганизация наночастиц.
6. Механизмы роста поверхности.
7. Проблемы классификации наноматериалов.
8. Физические и химические методы создания наносистем.

Типовые задания для зачета

1. Оценка работы адгезии, когезии.
2. Оценка констант адсорбции и десорбции.
3. Оценка роли энтропии и энтальпии активации в физикохимических характеристиках наносистем.
4. Оценка роли трансмиссионного коэффициента в физ-хим характеристиках и процессах с участием наносистем.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний возможностей использования современной аппаратуры при проведении научных исследований. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ПК-2	Демонстрирует высокий уровень знания теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач. Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами исследования. Материал излагает четко, хорошим языком.
	ОПК-1	Свободно ориентируется в направлениях исследований. ... В полном объеме владеет практическими навыками проведения исследований. Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), активно владеет терминологией. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу
«не зачтено»	ПК-1	Демонстрирует слабый уровень знаний теории. Не может анализировать возможности использования современной аппаратуры. Не может привести примеры из реальной практики ... Не может выделить междисциплинарные связи

		Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-2	Демонстрирует слабый уровень знания теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач. Не владеет современными теоретическими и экспериментальными методами исследования. Неправильно отвечает на вопросы.
	ОПК-1	Не ориентируется в направлениях исследований... Не может продемонстрировать знание и понимание протекающих процессов. Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать ... Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Физикохимия наноструктурированных материалов. Тамбов. Изд-во Першина Р.В, 2012. Место хранения : Научный читальный зал, 1 АБ.
2. В.И. Вигдорович и др. Теоретические и прикладные вопросы нанотехнологий (современное состояние и проблемы : монография. Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2016. - 185 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. учебник-монография / В.И.Ролдугин. - 2-изд., испр. - Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект", 2011. 568 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

5.2 Дополнительная литература

1. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные Наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение. 2008. 320 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии наноматериалов. Успехи химии. 2003. Т.78. № 8. С. 731-762. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. Сергеев Г.В. Нанохимия металлов. Успехи химии. 2001. Т.70. № 10. С. 915-933. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
4. Ремпель А.А. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов. Успехи химии. 2007. Т. 76. № 5. С. 474 – 500. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
5. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия кластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: Книжный дом «Либроком». 2009. 592с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187, 00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
5. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo>
6. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
7. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
8. БД Web of Science
 - URL: WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved