

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 22 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Физико-химия и механика наноструктурных материалов**
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная**
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **бакалавриат**
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **108 (3)**
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **28.03.03 Наноматериалы**
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Конструкционные наноматериалы**
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - ознакомление с физико-химическими процессами, происходящими в наноструктурированных материалах.

Задачи дисциплины:

Изучение:

- процессов, происходящих на поверхности твёрдого тела и в приповерхностных слоях;
- основ физической химии наносистем;
- термодинамических аспектов поверхностей твёрдых тел и межфазных границ.

Формирование умений:

- выполнять анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации в области процессов, протекающих на поверхности твёрдых тел;
- рассчитывать характеристики процесса роста тонких плёнок;
- определять структуру поверхности по её обозначению.

Формирование навыков:

- аргументированного изложения собственной точки зрения и публичной речи;
- термодинамического анализа поверхностных процессов;
- анализа свойств поверхности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

-поверхность твердого тела;
-термодинамика поверхности;
-особенности поверхностных процессов в микро- и наноструктурах;
-самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур;
- теплофизические особенности свойств наноматериалов;
-химические электронно-стимулированные реакции.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать закономерности процессов, происходящих на поверхности микро- и наноструктур, основы физической химии наносистем.	Знает современные представления о размерно-зависимых эффектах, методы получения композиционных материалов, физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь выполнять анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по предложенной теме, связанной с протеканием поверхностных процессов в нано-структурированных материалах, рассчитывать характеристики процессов роста тонких плёнок.	Умеет производить оценку структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов различными методами исследования, выбирать методы и средства проведения исследований и разработок;	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками анализа дефектной структуры кристаллических тел, основами термодинамического анализа наноструктурных процессов, применения систем вычислительной математики в области физикохимии и механики наноструктурных материалов	Владеет навыками анализа существующих методик оценки структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов;	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	52	52	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	20	20	
- лабораторные работы (ЛР)	14	14	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
8-й семестр				
Введение. Методы определения теплофизических характеристик веществ и процессов.	6	0	2	16
Значение физико-химических исследований для изучения материалов и разработки высоких технологий. Теория калориметрического опыта. Методы определения теплоемкости и теплоты фазовых переходов. Высокотемпературная калориметрия. Микрокалориметрия и области ее применения. Стационарные и нестационарные методы измерения теплопроводности в области высоких температур.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы изучения поверхности и поверхностных свойств.	4	6	6	20
Теоретические основы методов измерения поверхностных свойств. Методы измерения поверхностной энергии твердых тел. Методы исследования смачивания и растекания. Методы определения удельной поверхности и пористости. Исследование морфологии и структуры дисперсных и ультрадисперсных порошков. Физические методы определения химического состава поверхностных слоев твердых тел.				
Основы физикохимии и механики наноструктурных материалов.	10	8	6	20
Термодинамические особенности (поверхности) наноструктур. Химический потенциал. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца. Параметры тетраэдра Томпсона. Плоскости скольжения дислокаций. Прогнозирование прочности и жесткости металла в зависимости от размеров зерна (соотношение Холла-Петча). Оптические и электронные свойства наносистем и наноматериалов. Суперпарамагнетизм.				
ИТОГО по 8-му семестру	20	14	14	56
ИТОГО по дисциплине	20	14	14	56

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение основ двумерной кристаллографии.
2	Тренировка умения читать и составлять обозначения суперструктур.
3	Расчёты характеристик зондов в СЗМ.
4	Расчёты параметров адсорбции и десорбции.
5	Расчет энергии дефекта по параметрам расщепления дислокаций.
6	Расчёты характеристик диффузии.
7	Прогнозирование прочности и жесткости металла в зависимости от размеров зерна (соотношение Холла-Петча).

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование структуры наноструктурированной керамики при помощи АСМ.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Получение зонда для СТМ методом электролитического травления.
3	Исследование влияния ПАВ на поверхностное натяжение жидкостей.
4	Определение удельной поверхности дисперсных материалов.
5	Измерение вязкости расплавов методом затухающих крутильных колебаний.
6	Определение плотности методом гидростатического взвешивания.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Борисенко В. Е. Нанoeлектроника : учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009.	4
2	Введение в нанотехнологию : учебник для вузов / В. И. Марголин [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012.	4
3	Кульметьева В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5
4	Савельев И.В. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - СПб: Лань, 2005. - (Курс общей физики : Учеб. пособие для вузов; Т.3).	45
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - Москва: URSS, 2009.	9
2	Физико-химические методы исследования металлургических процессов : учебник для вузов / П. П. Арсентьев [и др.]. - Москва: Металлургия, 1988.	3
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Введение в нанотехнологию : учебник для вузов / В. И. Марголин [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012.	4
2	Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - Москва: URSS, 2009.	9

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Кульметьева В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3601	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Атомно-силовой микроскоп (АСМ)	1
Лабораторная работа	Комплект лабораторного оборудования «Наноматериалы»	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук	1
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
