

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физико-химические основы тонких пленок и гетероструктур
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение и технологии функциональных
металлических, керамических, композиционных материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - ознакомление с концептуальными закономерностями формирования тонких пленок и гетероструктур, как современных функциональных материалов; ознакомление с наиболее актуальными проблемами тонких пленок и гетероструктур на теоретической, экспериментальной и производственной стадиях, с новыми подходами и принципами дизайна наноматериалов с заданными свойствами; формирование навыков культуры производства новых материалов с учетом экологических и экономических аспектов.

Задачи дисциплины - изучение классификации тонких пленок и гетероструктур, их структуры и свойств, особенностей строения и применения наноматериалов, основ проектирования материалов с заданными свойствами, физико-химических процессов, протекающих при производстве и эксплуатации тонких пленок и гетероструктур;

- изучение особенностей технологий изготовления и обработки тонких пленок и гетероструктур, основные методы исследования состава, структуры, физических свойств наноматериалов.

- формирование умений:

- выбирать материал тонких пленок и гетероструктур;

- назначать технологический процесс производства пленок.

- формирование навыков:

- владеть приемами по исследованию и описанию свойств различных групп наноматериалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- структуры тонких пленок и гетероструктур, созданных на основе металлических, керамических, композиционных материалов;

- свойства тонких пленок и гетероструктур;

- технологические приемы производства пленок и гетероструктур;

- физико-химические процессы, протекающие при производстве и эксплуатации тонких пленок и гетероструктур;

- методы определения свойств;

- области применения тонких пленок и гетероструктур.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.9	ИД-1ПК-1.9	Знание классификации тонких пленок и гетероструктур, их структуры и свойств, особенностей строения и применения наноматериалов, основ проектирования материалов с заданными свойствами, физико-химических процессов, протекающих при производстве и эксплуатации тонких пленок и гетероструктур; Знание особенностей технологий изготовления и обработки тонких пленок и гетероструктур, основные методы исследования состава, структуры, физических свойств наноматериалов.	Знает характеристики работы технологического оборудования; порядок работы на технологическом оборудовании; свойства материалов и наноматериалов, их эксплуатационные качества и процессы их обработки; методы получения необходимых материалов и наноматериалов;	Контрольная работа
ПК-1.9	ИД-2ПК-1.9	Умение выбирать материал тонких пленок и гетероструктур, назначать технологический процесс производства пленок.	Умеет формулировать требования к выполнению технологических операций; описывать процедуры работы на основном и вспомогательном технологическом оборудовании, а также приемы работы с технологической оснасткой	Защита лабораторной работы
ПК-1.9	ИД-3ПК-1.9	Владение навыками исследования и описания свойств различных групп наноматериалов	Владеет навыками разработки описания технологических операций с указанием численных значений параметров процессов, необходимых для получения нанопродукта (полуфабриката)	Реферат

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Наноматериалы, их перспективы	4	4	0	26
<p>Введение Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Современные требования к материалам. Свойства материалов и масштабный фактор. Тонкие пленки и гетероструктуры в современной классификации материалов, в т.ч. наноматериалов.</p> <p>Тема 1. Тонкие пленки и гетероструктуры, их свойства Тонкие пленки и гетероструктуры. Определения. История создания. Место тонких пленок и гетероструктур в классификации наноматериалов. Механические, физические и химические свойства. Эксплуатационные характеристики тонких пленок и гетероструктур.</p> <p>Тема 2. Методы исследования тонких пленок и гетероструктур Методы исследования: электронная микроскопия, рентгеновская спектроскопия и дифракция, оже-спектроскопия, нейтронография, сканирующая зондовая микроскопия. Преимущества, недостатки, ограничения, основные параметры исследований, принципиальные блок-схемы оборудования. Методы исследования и получения эксплуатационных характеристик тонких пленок и гетероструктур.</p> <p>Тема 3. Промышленное применение наноматериалов Преимущества и недостатки использования технологий тонких пленок и гетероструктур. Пути решения ограничений использования тонких пленок, гетероструктур. Изделия и промышленное применение. Мировой опыт.</p>				
Раздел 2. Физико-химические процессы в двумерных наноструктурах	8	12	0	16
<p>Тема 4. Физико-химические процессы в тонких пленках и гетероструктурах Физико-химические особенности наноструктурных материалов. Физико-химические процессы при эксплуатации тонких пленок и гетероструктур. Электрические, магнитные и механические свойства. Фазовые превращения. Кинетика процессов. Структуры системы «подложка-тонкая пленка» и гетероструктуры. Тонкая пленка, межфазная граница, подложка. Структуры с минимальной рассогласованностью параметров кристаллической решетки, свойства, применение. Напряженные структуры, их свойства применение.</p> <p>Тема 5. Физико-химические процессы при получении тонких пленок и гетероструктур</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технология «сверху-вниз», «снизу-вверх». Методы получения тонких пленок и гетероструктур. Адсорбция, десорбция, поверхностная миграция атомов, молекул. Регулирование параметров кристаллической решетки. Механизм роста тонких пленок: рост Франка ван дер Мерве, рост Вольмера – Вебера, рост Странски – Крастанова.				
Раздел 3. Методы получения тонких пленок и гетероструктур	4	0	0	30
Тема 6. Технология получения тонких пленок и гетероструктур Методы получения тонких пленок. Производство гетероструктур. Эпитаксия. Эпитаксия и вакуумное нанесение покрытий. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Механизмы эпитаксиального роста тонких плёнок. Жидкофазная эпитаксия. Технология, параметры, оборудование. Заключение. Перспективы, проблемы, задачи, пути решения в процессах применения и получения тонких пленок и гетероструктур.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	16	0	72
ИТОГО по дисциплине	16	16	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение конструкции и узлов установки термического нанесения покрытий «Чайка-400»
2	Разработка технологии и получение тонких пленок меди, кадмия или индия на установке «Чайка-400»
3	Визуализация поверхности тонкой пленкой меди на кремниевой основе в 3D, построение сечений с использованием СЗМ

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

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 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	Кирчанов В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	15
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Иванов А. С. Физические основы микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов / А. С. Иванов, Г. И. Пахомов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	10
2	Ковшов А. Н. Основы нанотехнологии в технике : учебное пособие для вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. - Москва: Академия, 2009.	14

3	Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. А. Евдокимов [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	3
4	Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. А. Евдокимов [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011.	2
2.2. Периодические издания		
1	Перспективные материалы : журнал / Российская академия наук; Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова; Московский государственный институт электроники и математики; Московский государственный индустриальный университет. - Москва: Интерконтакт Наука, 1995 - .	
2	Российские нанотехнологии : журнал / Федеральное агентство по науке и инновациям ; Парк-медиа. - Москва: Парк-медиа, 2006 - .	
3	Физика и техника полупроводников : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1967 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Иванов А. С. Физические основы микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов / А. С. Иванов, Г. И. Пахомов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3298	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Ковшов А. Н. Основы нанотехнологии в технике : учебное пособие для вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. - Москва: Академия, 2009.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks137312	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. А. Евдокимов [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks162944	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. А. Евдокимов [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks148947	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Кирчанов В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3863	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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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 научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	10
Лабораторная работа	установка нанесения покрытий испарением в вакууме	1
Лекция	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Физико-химические основы тонких пленок и гетероструктур»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материаловедение и технологии функциональных металлических, керамических, композиционных материалов	
Квалификация выпускника:	«Магистр»	
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций	
Форма обучения:	Очная	
Курс: 1	Семестр: 2	
Трудоёмкость:		
Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.
Форма промежуточной аттестации:	Экзамен: 2 семестр	

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	ОП	ТКР	ОПР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
- классификации тонких пленок и гетероструктур, их структуры и свойств, особенностей строения и применения наноматериалов, основ проектирования материалов с заданными свойствами, физико-химических процессов, протекающих при производстве и эксплуатации тонких пленок и гетероструктур; - особенностей технологий изготовления и обработки тонких пленок и гетероструктур, основные методы исследования состава, структуры, физических свойств наноматериалов;	ОП2 ОП3	ТКР2 -3		Т/КР1		ТВ
Освоенные умения						
- выбирать материал тонких пленок и гетероструктур, назначать технологический процесс производства пленок.		ЛР1 ЛР2 ЛР3	ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3			К3
Приобретенные владения						
- навыками исследования и описания свойств различных групп наноматериалов		ЛР1 ЛР2	ОЛР1 ОЛР2			К3

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции; КР – контрольная работа по теме; ПЗ – практическое занятие; ОПР – отчет по практической работе; ЛР – лабораторная работа; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); Кр – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль в форме текущей контрольной работы, тестирования, опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится по каждому учебному модулю в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1, 2);
- контрольные работы (тестирование) (модули 1, 2).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 3 лабораторные работы. Типовые темы практических и лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (тестирование) (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. контрольные работы (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая Т/КР по модулю 1 «Наноматериалы, их перспективы», вторая КР – по модулю 2 «Физико-химические процессы в двумерных наноструктурах», третья КР – по модулю «Методы получения тонких пленок и гетероструктур».

Типовые вопросы первой КР:

1. Механические, физические и химические свойства тонких пленок и гетероструктур.
2. Методы исследования тонких пленок и гетероструктур.
3. Преимущества и недостатки использования технологий тонких пленок и гетероструктур.

Типовые вопросы второй КР:

1. Физико-химические особенности наноструктурных материалов.
2. Механизм роста тонких пленок: рост Франка ван дер Мерве, рост Вольмера – Вебера, рост Странски – Крастанова.
3. Структуры с минимальной рассогласованностью параметров кристаллической решетки и напряженные структуры, их свойства.

Типовые вопросы третьей КР:

1. Жидкофазная эпитаксия.
2. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам

текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы. Пример билета приведен в приложении 1.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Тонкие пленки. Определение. Классификация. Эксплуатационные свойства.
2. Физико-химические особенности наноструктурных материалов на основе тонких пленок.
3. Гетероструктуры. Определение. Классификация. Эксплуатационные свойства.
4. Тонкие пленки. Методы исследования. Определение свойств.
5. Методы контроля в процессе получения тонких пленок и гетероструктур.
6. Адсорбция, десорбция, поверхностная миграция атомов, молекул
7. Эпитаксия. Определение. Классификация.
8. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлены в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности

компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1. Пример билета для экзамена

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

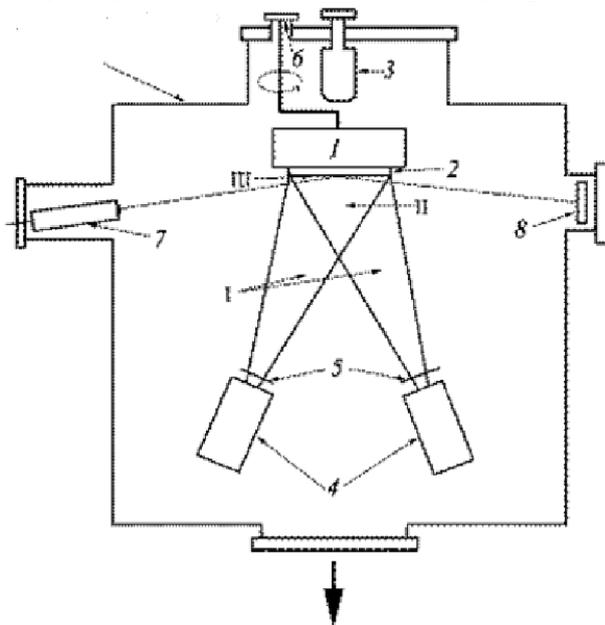
22.04.01 Материаловедение и технология
материалов

Кафедра «Механика композиционных
материалов и конструкций»

Дисциплина «Физико-химические основы
тонких пленок и гетероструктур»

БИЛЕТ № 1

1. Тонкие пленки. Определение. Классификация. Эксплуатационные свойства.. (*контроль знаний*)
2. Структуры с минимальной рассогласованностью параметров кристаллической решетки, напряженные структуры (*контроль знаний*).
3. Практическое задание (*контроль умений и владений*): молекулярно-лучевая эпитаксия:



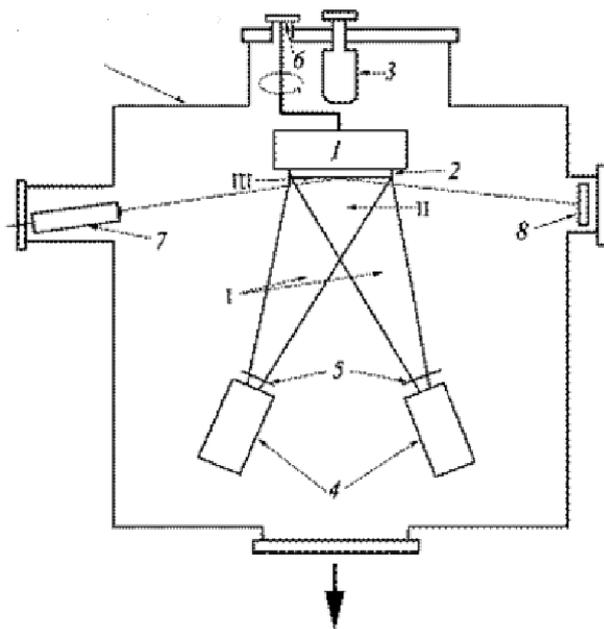
- 3.1. Описать основные узлы установки молекулярно-лучевой эпитаксии.
- 3.2. Указать возможные методы контроля параметров тонкой пленки.
- 3.3. Указать особенности конструкции представленной схемы оборудования.
- 3.4. Описать технологию молекулярно-лучевой эпитаксии.
- 3.5. Перечислить преимущества и недостатки молекулярно-лучевой эпитаксии.

Составитель _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

« _____ » _____ 20__ г.

1. Молекулярно-лучевая эпитаксия:



1. Описать основные узлы установки молекулярно-лучевой эпитаксии.
2. Указать возможные методы контроля параметров тонкой пленки.
3. Указать особенности конструкции представленной схемы оборудования.
4. Описать технологию молекулярно-лучевой эпитаксии.
- 3.5. Перечислить преимущества и недостатки молекулярно-лучевой эпитаксии.