

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
« ___ » _____ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Технология тонких пленок и наноматериалов	Код модуля
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП2 Физико-химические технологии материалов электронной техники и энергетики
Направление подготовки 18.03.01 – Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки. бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	Заведующий кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
3	Брусницына Людмила Александровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета

А.Б. Даринцева

Протокол № _____ от " _____ " _____ 2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т. Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ "Технология тонких пленок и наноматериалов"

1.1. Объем модуля, 12 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

В данном модуле большое внимание уделено физико-химической стороне поверхностных явлений и нанотехнологий, способам получения тонкопленочных наноматериалов. Выделены вопросы по влиянию условий получения, степени дисперсности материалов в наносостоянии на их электрофизические и другие функциональные свойства и характеристики, использования наноматериалов в различных устройствах наноэлектроники. Рассмотрены вопросы перспективности химических методов осаждения для получения наноструктурных материалов, современных физико-химических методов аттестации материалов в наносостоянии.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.	
По очной форме обучения										
1. (ВС) Наноматериалы и нанотехнологии	7	34	17		51	93	Зачет, 4	144	4	
2. (ВС) Технология тонких пленок и покрытий	6	34		34	68	76	Экзамен, 18	144	4	
3. (ВС) Физико-химические закономерности поверхностных явлений и свойства дисперсий	5	34		17	51	93	Экзамен, 18	144	4	
Всего на освоение модуля		102	17	51	170	262	40	432	12	

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Физико-химические закономерности поверхностных явлений и свойства дисперсий, Технология тонких пленок и покрытий, Наноматериалы и нанотехнологии
3.2.	Кореквизиты	

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	Применять знания физико-химических закономерностей поверхностных явлений для выбора технологии получения тонкопленочных покрытий и наноматериалов	способность использовать физико-химические закономерности технологических процессов получения полупроводниковых материалов и покрытий, элементов электроники и энергетики (ДПК-4-ТОП2)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ДПК-4-ТОП2
1	(ВС) Физико-химические закономерности поверхностных явлений и свойства дисперсий	*
2	(ВС) Технология тонких пленок и покрытий	*
3	(ВС) Наноматериалы и нанотехнологии	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
"Технология тонких пленок и наноматериалов"

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю.

Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.

Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технология тонких пленок и наноматериалов	Коды модуля
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	зав. кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
3	Брусницына Людмила Александровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от " ____ " _____ 2016 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Наноматериалы и нанотехнологии»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Целью дисциплины является изучение особенностей поведения материалов в наносостоянии, их получение с использованием различных физико-химических технологий и использование для изготовления функциональных элементов в нанoeлектронике. Для этого подробно рассмотрены вопросы, касающиеся наномасштабирования, внутренних и внешних размерных эффектов в наноматериалах, способов получения наноматериалов методами диспергирования и конденсации. Большое внимание уделено физико-химической стороне нанотехнологий, способам получения тонкопленочных наноматериалов. Выделены вопросы по влиянию условий получения, степени дисперсности материалов в наносостоянии на их электрофизические и другие функциональные свойства и характеристики, использования наноматериалов в различных устройствах нанoeлектроники. Рассмотрены вопросы перспективности химических методов осаждения для получения наноструктурных материалов, современных физико-химических методов аттестации материалов в наносостоянии. Данная дисциплина позволяет обеспечить готовность специалистов к применению передовых технологических процессов, способность идентифицировать новые области техники. Она напрямую связана с изучением таких дисциплин, как физико-химические закономерности поверхностных явлений и свойств дисперсий и позволяет перейти к изучению дисциплины «Технология тонких пленок и покрытий».

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

– способность использовать физико-химические закономерности технологических процессов получения полупроводниковых материалов и покрытий, элементов электроники и энергетики (ДПК-4-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- общие закономерности химических процессов;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем;
- уровень развития отечественной микро- и нанoeлектроники;
- перспективные направления развития отечественных технологий;
- новые технологии в области электронной техники и микроэлектроники;
- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех уровнях;
- методы оптимизации химико-технологических процессов.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- производить выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики

- поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;
- адаптировать новые технологии к условиям производства работ;
 - рассчитывать основные характеристики химического процесса;
 - произвести расчет и выбор технологических параметров для заданного процесса.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- в методах анализа эффективности работы химических производств;
- в методах расчета и анализа процессов в химических реакторах;
- в методах управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;
- в методах измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, вязкости, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала;
- в методах проведения дисперсного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости;
- в методах выбора химических реакторов;
- в методах доведения и освоения технологических процессов в области электронной техники;
- с современной научной аппаратурой, ведение физико-химического эксперимента;
- в методах определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	93	7,65	93
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Способы получения наноматериалов	<p>Понятие наноматериала. Количественные характеристики материалов в дисперсном состоянии. Классификация по мерности. Классификация методов получения наноматериалов.</p> <p>Методы механического диспергирования. Измельчение. Методы интенсивной пластической деформации. Механическое воздействие различных сред. Механосинтез. Детонационный синтез и электровзрыв.</p> <p>Методы физического диспергирования. Распыление расплавов. Метод испарения-конденсации. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационным технологиям. Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Разложение</p>

		<p>под действием излучений.</p> <p>Методы химического диспергирования. Получение наноматериалов с использованием химических реакций. Термическое разложение и восстановление. Коллоидно-химическое осаждение. Электрохимические методы. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов.</p> <p>Технологии получения консолидированных наноструктурных материалов.</p>
P2	Физико-химические свойства наноматериалов	<p>Понятие размерного эффекта в наноматериалах. Кластеры и наночастицы. Термодинамика малых систем. Принципы самоорганизации. Понятия внутреннего и внешнего размерных эффектов. Дискретные состояния и зонная структура. Размерные эффекты и симметрия в квантовых структурах. Работа выхода, потенциал ионизации, ширина запрещенной зоны, электронная структура в наночастицах. Оптические спектры нанокластеров. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц. Электрические свойства наноматериалов. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов. Оптические характеристики наносред. Механические характеристики дисперсных сред. Химические свойства наноматериалов. Нанокатализ. Биологически активные свойства наноматериалов. Защита наноматериалов от внешних воздействий. Нанотоксикология.</p>
P3	Методы аттестации наноматериалов	<p>Наноинструменты. Микроскопические исследования. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Мультифункциональная микроскопия. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия. Дифракционные методы: рентгенография, дифракция нейтронов. Рентгенофлюоресцентная спектроскопия. Масс-спектрометрия. Фотоэлектронная спектроскопия. Сравнительные возможности методов анализа размерных характеристик, элементного и фазового состава, изучения морфологии поверхности.</p>
P4	Технологические основы изделий наноэлектроники	<p>Предпосылки перехода от микро- к наноэлектронике. Кванторазмерные эффекты. Простейшие виды низкоразмерных объектов. Энергетический спектр электронов и плотность электронных состояний в низкоразмерных областях. Полупроводниковые сверхрешетки. Одноэлектронные устройства. Явления и устройства спинтроники. Устройства и принципы молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.</p> <p>Технологические подходы к изготовлению наноструктурных элементов. Формирование квантовых точек посредством эпитаксии. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах. Оптическая нанолитография. Электронно-лучевая нанолитография. Рентгенолитография. Ионолитография. Импринт-</p>

		литография. Зондовые нанотехнологии. Нанолитография на основе атомно-силовой микроскопии. Методы получения нанотрубок. Свойства нанотрубок. Применение нанотрубок в нанoeлектронике. Формирование нанопроволок. Нанотранзисторы. Нанофотоника. Устройства и перспективы развития молекулярной электроники.
--	--	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)								
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иноязычной литературы	Курсовая работа			Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*				
P1	Способы получения наноматериалов	50	18	12	6	32	16	10	6		14	1		1							2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
P2	Физико-химические свойства наноматериалов	40	12	8	4	28	12	8	4		14	1		1							2	1									
P3	Методы аттестации наноматериалов	28	10	6	4	18	10	6	4		8			1																	
P4	Технологические основы изделий наноэлектроники	22	11	8	3	11	11	8	3																						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	140	51	34	17	89	49	32	17	0	36	12	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0					
	Всего по дисциплине (час.):	144	51			93	В т.ч. промежуточная аттестация																	4	0	0	0				

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

6.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчетные методы прогнозирования граничных условий гидрохимического синтеза наноструктурных пленок сульфидов и селенидов металлов	2
P1	2	Учет образования зародыша критического размера при термодинамическом расчете условий образования в водных растворах твердой фазы халькогенида металла, а также примесных фаз	2
P1	3	Термодинамический расчет областей совместного осаждения из водных растворов двух халькогенидов металлов	2
P2	4	Расчет температуры фазовых превращений веществ в зависимости от размера частиц	2
P2	5	Взаимосвязь состава твердых растворов замещения от размера кристаллитов тонкой пленки	2
P3	6	Методы измерения толщин тонких пленок и нанослоев	2
P3	7	Определение состава пересыщенных твердых растворов халькогенидов металлов рентгеновским методом	2
P4	8	Влияния размерных характеристик твердой фазы на поверхностно-чувствительные свойства химических сенсоров на основе сульфида свинца	3

Всего: 17

3. 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Физико-химические способы получения материалов в нанодисперсном состоянии (ДР 1).
Расчет температуры плавления (размера частиц) материалов в нанодисперсном состоянии (ДР 2)

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

- 1) Понятие размерного фактора в наноматериалах.
- 2) Влияние размера частиц на температуру фазового перехода материалов.
- 3) Влияние размера частиц на механическую прочность материалов.
- 4) Влияние размера частиц на химическую активность материалов.
- 5) Влияние размера частиц на каталитическую активность материалов.
- 6) Влияние размера частиц на биологическую активность материалов.
- 7) Влияние размера частиц на состав твердых растворов замещения халькогенидов металлов.
- 8) Химические способы получения наноматериалов.
- 9) Физические методы получения наноматериалов.
- 10) Методы исследования наноматериалов с помощью атомно-силовой и просвечивающей микроскопии.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Способы получения наноматериалов.

Физико-химические свойства наноматериалов.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		*			*			*				
P2		*		*	*			*				
P3		*		*	*			*				
P4		*			*			*				

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Рыженков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигуриди Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. М.: Бином, 2010. 365 с.
2. Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах. М.: Техносфера, 2010. 352 с.
3. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит, 2009. 454 с.

4. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники. М.: Физматлит, 2011. 783 с.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2009. 415 с.
6. Пул Ч., мл., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии / Пер. с англ. 2 изд. М.: Техносфера, 2008. 334 с.
7. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн. М.: Эксмо, 2009. 368 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. М.: МГУ, 2006. 228 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия. 2005. 192 с.
3. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Иванов П.Н. Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 218 с.
4. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. С.-П.: Лань, 2008. 328 с.
5. Смирнова Т.П. Фундаментальные основы процессов химического осаждения плёнок и структур для нанoeлектроники. Новосибирск. Изд-во СО РАН, 2013, 174 с.
6. Суздаев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2005. 589 с.

9.2. Методические разработки

1. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 27 с.
2. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Гидрохимический синтез фоточувствительных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 29 с.
3. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Мухамедзянов Х.Н. Исследование фотоэлектрических свойств химически осажденных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 34 с.
4. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Определение периода кристаллической решетки и состава химически осажденных пленок твердых растворов замещения: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 16 с.

9.3. Программное обеспечение

1. операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office в составе Word, Excel;
3. Расчетная компьютерная программа «СВД-04» – расчет граничных условий образования твердых фаз халькогенидов, оксидов и цианамидов металлов. 2004.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet . Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
5. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ. режим доступа: <http://www.nigma.ru>
6. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
7. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа:

http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491

8. Каталог изданий Свердловской электронной библиотеки по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>
9. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru>
10. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519
11. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
12. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Мультимедийный интерактивный ресурс № 12059 «Химические тонкопленочные технологии с опто-нанoeлектронике и сенсорной технике», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12059>
2. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
3. ЭОР УрФУ № 4674 «Технологии производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Минимально необходимый для реализации модуля-дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» перечень учебно-материального обеспечения включает в себя:

- лекционную аудиторию, оборудованную мультимедиа средствами для электронной презентации;
- компьютерный класс для проведения практических занятий, тестирования студентов и выполнения ими расчетных заданий (Х-416).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 **к рабочей программе дисциплины** **«Наноматериалы и нанотехнологии»**

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (32)	VII, 1-16	10
Ведение конспекта лекций	VII, 1-16	10
Домашняя работа ДР1	VII, 8	30
Домашняя работа ДР2	VII, 14	30
Рефераты (3)	VII, 8, 12, 14	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VII, 9-16	20
Контрольная работа КР1 (Физико-химические способы получения материалов в нанодисперсном состоянии)	VII, 12	40
Контрольная работа КР2 (Расчет температуры плавления (размера частиц) материалов в нанодисперсном состоянии).	VII, 14	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к рабочей программе дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Нanomатериалы и нанотехнологии»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три

уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Рассчитать число атомов в наночастице сульфида цинка диаметром 10 нм, определить долю поверхностных атомов.
2. Рассчитать температуру плавления алюминиевой пудры (нанопорошка) с размером частиц 10^{-7} м.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Классификация методов получения материалов в наносостоянии.
2. Формирование наноматериалов по механизмам “сверху-вниз” и “снизу-вверх”.
3. Методы механического диспергирования.
4. Методы интенсивной пластической деформации.
5. Механическое воздействие различных сред.
6. Детонационный синтез и электровзрыв.
7. Методы физического диспергирования. Распыление расплавов.
8. Метод испарения-конденсации.
9. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационным технологиям.
10. Газофазный синтез.
11. Плазмохимический синтез. Разложение под действием излучений.
12. Химические методы синтеза наноструктурных пленок.
13. Понятие размерного эффекта в наноматериалах. Кластеры и наночастицы. Объемная фаза и поверхности раздела.
14. Термодинамика малых систем. Ограничения классической термодинамики. Принципы самоорганизации.
15. Понятия внутреннего и внешнего размерных эффектов. Дискретные состояния и зонная структура. Размерные эффекты и симметрия в квантовых структурах.
16. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц.
17. Электрические свойства наноматериалов. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов.
18. Химическая активность наноматериалов. Нанокатализ.
19. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
20. Сравнительные возможности методов анализа размерных характеристик, элементного и фазового состава, изучения морфологии поверхности.
21. Применение наноструктурных пленок для детекторов ИК-излучения.
22. Одноэлектронные устройства на основе нанокластеров. Нанотранзисторы.

23. Устройства спинтроники.
24. Устройства молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.
25. Методы получения нанотрубок. Перспективы применения нанотрубок в электронике.
26. Формирование наноструктурных пленок для химических сенсоров, их свойства и применение.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК И ПОКРЫТИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технология тонких пленок и наноматериалов	Коды модуля 1114994
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Маскаева Лариса Николаевна	д.х.н.	профессор	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от " ____ " _____ 2016 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология тонких пленок и покрытий»

1.2. Аннотация содержания дисциплины

Изучаемая дисциплина относится к числу учебных курсов профессионального цикла, завершающих подготовку химиков-технологов. По своему содержанию она тесно примыкает к физической химии и физической химии твердого тела и образует с ними теоретический фундамент современного химического образования. Технологии тонких пленок и покрытий являются основными в производстве материалов электронной техники и энергетики. Знание основных технологических процессов, физико-химических явлений, лежащих в их основе, этапов развития тонкопленочных технологий при создании различных материалов электронной техники, нанoeлектроники и солнечной энергетики является необходимым условием эффективного усвоения большинства дисциплин профессионального цикла данного профиля подготовки. При изучении технологий формирования тонких пленок и покрытий основное внимание акцентируется на важности этих технологических процессов и их месте в электронном материаловедении, в создании новых функциональных материалов, изделий электронной техники и функциональных материалов альтернативной энергетики.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

– способность владеть современными методами расчета и проектирования электронных приборов и устройств и технологии их производства, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ДПК-8-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- общие закономерности химических процессов;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- производить выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах;
- методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, вязкости, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала;
- методами проведения дисперсного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости;
- методами выбора химических реакторов.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				6
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	76	10,2	76
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Физико-химические основы технологий формирования тонких пленок и покрытий	Роль планарных технологий в развитии современной электроники. Понятия "пленка", "тонкая пленка", "покрытие". Роль подложки при осаждении пленок. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки. Методы подготовки поверхности подложек. Измерение толщин пленок и покрытий. Основные этапы процесса осаждения тонких пленок. Процесс конденсации твердой фазы на подложке, механизмы образования зародышей и роста тонких пленок.
P2	Физические методы в технологии нанесения тонких пленок и покрытий	Физические процессы, лежащие в основе технологий формирования тонких пленок и покрытий в электронной технике. Термическое вакуумное испарение. Катодное вакуумное распыление. Ионно-плазменное распыление. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Реактивное ионно-плазменное напыление. Лазерное испарение. Импульсное лазерное испарение. Понятие эпитаксии. Классификация эпитаксиальных процессов: газофазный, жидкофазный, твердофазный, эпитаксия в системе пар-жидкость-кристалл. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии. Основы теории формирования многослойных пленок и покрытий.
P3	Химические технологии осаждения тонких пленок и покрытий	Химическое осаждение из газовой фазы. Пиролиз, реакции восстановления и окисления. Синтез пленок и покрытий из металлоорганических соединений. Электрохимические методы формирования пленок и покрытий. Химическая металлизация диэлектриков. Электрофоретический метод формирования покрытий. Гидрохимический метод осаждения тонких пленок. Виды халькогенизаторов и комплексообразующих агентов. Химическое соосаждение халькогенидов металлов с целью синтеза твердых растворов. Вклад кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в развитие гидрохимического метода осаждения тонких пленок.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Влияние материала подложки (ситалл, стекло, кварц) на структуру и морфологию тонких пленок сульфидов металлов, полученных химическим осаждением из водных сред	4
P1	2	Определение толщины тонких пленок и покрытий с использованием интерференционного микроскопа МИИ-4	4
P3	3	Химическое осаждение тонких пленок CdS	4
P3	4	Химическое осаждение тонких пленок PbS	4
P3	5	Химическое осаждение тонких пленок CuS	4
P3	6	Химическое осаждение тонких пленок SnS	4
P3	7	Химическое осаждение тонких пленок PbSe	4
P3	8	Химическое осаждение тонкопленочных покрытий, полученных путем ионообменного замещения на границе CdS_r/Pb^{2+} (PbS_r/Cd^{2+})	4
P3	9	Определение оптической ширины запрещенной зоны тонкопленочных покрытий	2

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Термодинамическая оценка возможности образования гидрохимическим осаждением твердых растворов халькогенидов металлов (РГР 1, РГР 2).

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Процессы, лежащие в основе технологий тонких пленок и покрытий электронной техники и энергетики (КР1).

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	*				*							
P2	*				*							
P3	*			*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М.: Техносфера, 2010. – 528с.
2. Шешин Е.П. Вакуумные технологии: Учебное пособие. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009. 504 с.
3. Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., Колесников Д.А. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения: Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии. - М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2013. -368 с.
4. Марголин В.И., Жарбеев В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники. М.: Академия, 2008. 400 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 1. – М.: Академия, 2006. – 448 с.
2. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 2. – М.: Академия, 2006. – 384 с.
3. Тиаров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. С-П.: Изд. Лань, 2002. 328 с.
4. Берлин Е.В., Двинин С.А., Сейдман Л.А. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок. – М.: Техносфера, 2007.

- Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г. Ионно-лучевые методы получения тонких пленок. Учебно-методическое пособие// Казань, 2010.- 87 с.
http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/petukhov_ibm!33.pdf
- Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Иванов П.Н.. Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 218 с.

9.2. Методические разработки

- Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 27 с.
- Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Гидрохимический синтез фоточувствительных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 29 с.
- Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Мухамедзянов Х.Н. Исследование фотоэлектрических свойств химически осажденных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 34 с.
- Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Определение периода кристаллической решетки и состава химически осажденных пленок твердых растворов замещения: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 16 с.

9.3. Программное обеспечение

операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel;

Вводное занятие «Техника безопасности в химической лаборатории» 2001 г. Режим доступа http://study.ustu.ru/umk/umk_view.aspx?id=4421. Идентификатор 4421-241.

Расчетная компьютерная программа «СВД-04» – расчет граничных условий образования твердых фаз халькогенидов, оксидов и цианамидов металлов. 2004.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
- Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
- Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
- Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
- Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
- Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
- Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
- Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
- Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491
- Каталог изданий Свердловской электронной библиотеки по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Мультимедийный интерактивный ресурс № 12059 «Химические тонкопленочные технологии с опто-наноэлектронике и сенсорной технике», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12059>
2. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
3. ЭОР УрФУ № 4674 «Технологии производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>
4. ЭОР УрФУ № 171 «Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении», 2005. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/171>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лаборатория с оборудованием для проведения лабораторных практикумов, в том числе интерференционный микроскоп МИИ-4, оптический микроскоп “Неофот”, анализатор размеров частиц Photocor, спектрофотометр “Specord”, стенд по измерению фотоэлектрических характеристик К.54.410, стенд по исследованию сенсорных свойств химических сенсоров, стенд для низкотемпературных измерений, весы лабораторные технические и аналитические, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, потенциостаты, фотоколориметры, термостаты, термобани, измерительные электроприборы.

Лекционная аудитория Х-411, оборудованная средствами мультимедийной презентации.

Компьютерный класс для проведения тестирования студентов и выполнения расчетных заданий Х-416.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Технология тонких пленок и покрытий»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-16	30
Ведение конспекта лекций	VI, 1-16	30
Выполнение контрольной работы “Процессы, лежащие в основе технологий тонких пленок и покрытий электронной техники и энергетики”.	VI, 8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение расчетно-графических работ (1 и 2)	VI, 9 -16	30
Выполнение задания по проведению эксперимента	VI, 9 -16	40
Оформление отчетов по лабораторным работам	VI, 9 -16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Технология тонких пленок и покрытий»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Рассчитать граничные условия образования твердой фазы сульфиды кадмия в аммиачной системе при осаждении тиомочевинной. Температура 298 К. Концентрация тиомочевинны 0,6 моль/л.
2. Рассчитать влияние температуры в диапазоне 298-353 К на область образования твердой фазы сульфида свинца.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Роль планарных технологий в развитии современной техники?
2. Понятия "пленка", "тонкая пленка" "покрытие".
3. Физико-химические принципы организации технологий тонких пленок и покрытий.
4. Основные этапы процесса осаждения тонких пленок и покрытий. Процесс конденсации твердой фазы на подложке, образование зародышей и механизмы роста тонких пленок.
5. Роль подложки при осаждении тонких пленок и покрытий.
6. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки.
7. Методы подготовки поверхности подложек: механическая, химическая, плазмохимическая и ионная обработка поверхности.
8. Методы анализа пленок (рентгенографический, нейтронографический, энерго-дисперсионный, КР-спектроскопия, оптическая и сканирующая микроскопия).

9. Измерение толщин пленок (оптический метод, микроинтерферометрия).
10. Физические процессы, лежащие в основе технологии получения тонких пленок и покрытий полупроводниковых материалов термическим вакуумным испарением.
11. Способы нагрева и конструкции испарителей. Испарение сплавов и соединений. Загрязнения в пленках и требования к вакууму. Преимущества и недостатки метода термического вакуумного испарения.
12. Физические процессы, лежащие в основе ионного вакуумного распыления. Преимущества и недостатки метода.
13. Катодное вакуумное распыление. Газовый разряд, его типы, тлеющий разряд, распределение параметров плазмы по длине.
14. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Типы и характеристики магнетронных распылительных систем.
15. Реактивное ионно-плазменное напыление. Реакции в газовой фазе.
16. Лазерное испарение. Взаимодействие лазерных пучков с поверхностью материалов. Импульсное лазерное испарение.
17. Процессы, лежащие в основе химического осаждения из газовой фазы тонкопленочных материалов и покрытий для электронной техники. Пиролиз, реакции восстановления, окисления и т. д.
18. Синтез тонких пленок из металлоорганических соединений.
19. Электрохимические методы формирования пленок. Условия его проведения.
20. Метод химической металлизации.
21. Гидрохимический метод осаждения тонких пленок, условия для его проведения.
22. Существующие представления о механизме взаимодействия тино-, селеномочевины с солями тяжелых металлов.
23. Расчет граничных условий образования халькогенидов металлов.
24. Химическое соосаждение халькогенидов металлов с целью синтеза твердых растворов.
25. Вклад кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в развитие гидрохимического метода осаждения тонких пленок и покрытий.
26. Понятие эпитаксии. Виды эпитаксий и их особенности. Классификация эпитаксиальных процессов: газофазный, жидкофазный, твердофазный, эпитаксия в системе пар-жидкость-кристалл.
27. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии.
28. Монослойные и многослойные пленки. Основы теории их формирования.
29. Области применения тонкопленочных материалов и покрытий.
30. Виды фоточувствительных тонкопленочных материалов и их классификация по спектральному диапазону чувствительности. Фоточувствительные материалы для инфракрасного диапазона спектра.
31. Тонкопленочные материалы для преобразователей солнечного излучения (кремний, халькогениды кадмия, индий-медь-селен и др.).
32. Достижения кафедры физической и коллоидной химии УрФУ в развитии технологии тонкопленочного синтеза материалов ИК-техники.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технология тонких пленок и наноматериалов	Коды модуля
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	зав. кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
3	Брусницына Людмила Александровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от " ____ " _____ 2016 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Наноматериалы и нанотехнологии»

1.3. Аннотация содержания дисциплины

Целью дисциплины является изучение особенностей поведения материалов в наносостоянии, их получение с использованием различных физико-химических технологий и использование для изготовления функциональных элементов в нанoeлектронике. Для этого подробно рассмотрены вопросы, касающиеся наномасштабирования, внутренних и внешних размерных эффектов в наноматериалах, способов получения наноматериалов методами диспергирования и конденсации. Большое внимание уделено физико-химической стороне нанотехнологий, способам получения тонкопленочных наноматериалов. Выделены вопросы по влиянию условий получения, степени дисперсности материалов в наносостоянии на их электрофизические и другие функциональные свойства и характеристики, использования наноматериалов в различных устройствах нанoeлектроники. Рассмотрены вопросы перспективности химических методов осаждения для получения наноструктурных материалов, современных физико-химических методов аттестации материалов в наносостоянии. Данная дисциплина позволяет обеспечить готовность специалистов к применению передовых технологических процессов, способность идентифицировать новые области техники. Она напрямую связана с изучением таких дисциплин, как физико-химические закономерности поверхностных явлений и свойств дисперсий и позволяет перейти к изучению дисциплины «Технология тонких пленок и покрытий».

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

– способность использовать физико-химические закономерности технологических процессов получения полупроводниковых материалов и покрытий, элементов электроники и энергетики (ДПК-4-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- общие закономерности химических процессов;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем;
- уровень развития отечественной микро- и нанoeлектроники;
- перспективные направления развития отечественных технологий;
- новые технологии в области электронной техники и микроэлектроники;
- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех уровнях;
- методы оптимизации химико-технологических процессов.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- производить выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики

- поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;
- адаптировать новые технологии к условиям производства работ;
 - рассчитывать основные характеристики химического процесса;
 - произвести расчет и выбор технологических параметров для заданного процесса.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- в методах анализа эффективности работы химических производств;
- в методах расчета и анализа процессов в химических реакторах;
- в методах управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;
- в методах измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, вязкости, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала;
- в методах проведения дисперсного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости;
- в методах выбора химических реакторов;
- в методах доведения и освоения технологических процессов в области электронной техники;
- с современной научной аппаратурой, ведение физико-химического эксперимента;
- в методах определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	93	7,65	93
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
Р1	Способы получения наноматериалов	<p>Понятие наноматериала. Количественные характеристики материалов в дисперсном состоянии. Классификация по мерности. Классификация методов получения наноматериалов.</p> <p>Методы механического диспергирования. Измельчение. Методы интенсивной пластической деформации. Механическое воздействие различных сред. Механосинтез. Детонационный синтез и взрывозрыв.</p> <p>Методы физического диспергирования. Распыление расплавов. Метод испарения-конденсации. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационным технологиям. Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Разложение под действием излучений.</p>

		<p>Методы химического диспергирования. Получение наноматериалов с использованием химических реакций. Термическое разложение и восстановление. Коллоидно-химическое осаждение. Электрохимические методы. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов.</p> <p>Технологии получения консолидированных наноструктурных материалов.</p>
P2	Физико-химические свойства наноматериалов	<p>Понятие размерного эффекта в наноматериалах. Кластеры и наночастицы. Термодинамика малых систем. Принципы самоорганизации. Понятия внутреннего и внешнего размерных эффектов. Дискретные состояния и зонная структура. Размерные эффекты и симметрия в квантовых структурах. Работа выхода, потенциал ионизации, ширина запрещенной зоны, электронная структура в наночастицах. Оптические спектры нанокластеров. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц. Электрические свойства наноматериалов. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов. Оптические характеристики наносред. Механические характеристики дисперсных сред. Химические свойства наноматериалов. Нанокатализ. Биологически активные свойства наноматериалов. Защита наноматериалов от внешних воздействий. Нанотоксикология.</p>
P3	Методы аттестации наноматериалов	<p>Наноинструменты. Микроскопические исследования. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Мультифункциональная микроскопия. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия. Дифракционные методы: рентгенография, дифракция нейтронов. Рентгенофлюоресцентная спектроскопия. Масс-спектрометрия. Фотоэлектронная спектроскопия. Сравнительные возможности методов анализа размерных характеристик, элементного и фазового состава, изучения морфологии поверхности.</p>
P4	Технологические основы изделий наноэлектроники	<p>Предпосылки перехода от микро- к наноэлектронике. Квантооразмерные эффекты. Простейшие виды низкоразмерных объектов. Энергетический спектр электронов и плотность электронных состояний в низкоразмерных областях. Полупроводниковые сверхрешетки. Одноэлектронные устройства. Явления и устройства спинтроники. Устройства и принципы молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.</p> <p>Технологические подходы к изготовлению наноструктурных элементов. Формирование квантовых точек посредством эпитаксии. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах. Оптическая нанолитография. Электронно-лучевая нанолитография. Рентгенолитография. Ионолитография. Импринт-литография. Зондовые нанотехнологии. Нанолитография на</p>

		основе атомно-силовой микроскопии. Методы получения нанотрубок. Свойства нанотрубок. Применение нанотрубок в нанoeлектронике. Формирование нанопроволок. Нанотранзисторы. Нанофотоника. Устройства и перспективы развития молекулярной электроники.
--	--	---

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы	Курсовая работа			Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	
P1	Способы получения наноматериалов	50	18	12	6	32	16	10	6		14	1		1								2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
P2	Физико-химические свойства наноматериалов	40	12	8	4	28	12	8	4		14	1		1								2	1					
P3	Методы аттестации наноматериалов	28	10	6	4	18	10	6	4		8			1														
P4	Технологические основы изделий наноэлектроники	22	11	8	3	11	11	8	3																			
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	140	51	34	17	89	49	32	17	0	36	12	0	24	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0				
	Всего по дисциплине (час.):	144	51			93	В т.ч. промежуточная аттестация																	4	0	0	0	

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчетные методы прогнозирования граничных условий гидрохимического синтеза наноструктурных пленок сульфидов и селенидов металлов	2
P1	2	Учет образования зародыша критического размера при термодинамическом расчете условий образования в водных растворах твердой фазы халькогенида металла, а также примесных фаз	2
P1	3	Термодинамический расчет областей совместного осаждения из водных растворов двух халькогенидов металлов	2
P2	4	Расчет температуры фазовых превращений веществ в зависимости от размера частиц	2
P2	5	Взаимосвязь состава твердых растворов замещения от размера кристаллитов тонкой пленки	2
P3	6	Методы измерения толщин тонких пленок и нанослоев	2
P3	7	Определение состава пересыщенных твердых растворов халькогенидов металлов рентгеновским методом	2
P4	8	Влияния размерных характеристик твердой фазы на поверхностно-чувствительные свойства химических сенсоров на основе сульфида свинца	3

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Физико-химические способы получения материалов в нанодисперсном состоянии (ДР 1).
Расчет температуры плавления (размера частиц) материалов в нанодисперсном состоянии (ДР 2)

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

- 1) Понятие размерного фактора в наноматериалах.
- 2) Влияние размера частиц на температуру фазового перехода материалов.
- 3) Влияние размера частиц на механическую прочность материалов.
- 4) Влияние размера частиц на химическую активность материалов.
- 5) Влияние размера частиц на каталитическую активность материалов.
- 6) Влияние размера частиц на биологическую активность материалов.
- 7) Влияние размера частиц на состав твердых растворов замещения халькогенидов металлов.
- 8) Химические способы получения наноматериалов.
- 9) Физические методы получения наноматериалов.

10) Методы исследования наноматериалов с помощью атомно-силовой и просвечивающей микроскопии.

4.3.4.Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5.Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6.Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7.Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Способы получения наноматериалов.

Физико-химические свойства наноматериалов.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		*			*			*				
P2		*		*	*			*				
P3		*		*	*			*				
P4		*			*			*				

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Рыженков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигуриди Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. М.: Бином, 2010. 365 с.
2. Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах. М.: Техносфера, 2010. 352 с.
3. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит, 2009. 454 с.
4. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники. М.: Физматлит, 2011. 783 с.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2009. 415 с.
6. Пул Ч., мл., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии / Пер. с англ. 2 изд. М.: Техносфера, 2008. 334 с.
7. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн. М.: Эксмо, 2009. 368 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. М.: МГУ, 2006. 228 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия. 2005. 192 с.
3. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Иванов П.Н. Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 218 с.
4. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. С.-П.: Лань, 2008. 328 с.
5. Смирнова Т.П. Фундаментальные основы процессов химического осаждения плёнок и структур для наноэлектроники. Новосибирск. Изд-во СО РАН, 2013, 174 с.
6. Суздалев И.П. Физико-химия нанокластеоров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2005. 589 с.

9.2. Методические разработки

1. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 27 с.
2. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Гидрохимический синтез фоточувствительных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 29 с.
3. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Мухамедзянов Х.Н. Исследование фотоэлектрических свойств химически осажденных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 34 с.
4. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Определение периода кристаллической решетки и состава химически осажденных пленок твердых растворов замещения: Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 16 с.

9.3. Программное обеспечение

1. операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office в составе Word, Excel;
3. Расчетная компьютерная программа «СВД-04» – расчет граничных условий образования твердых фаз халькогенидов, оксидов и цианамидов металлов. 2004.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet . Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
5. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ. режим доступа: <http://www.nigma.ru>

6. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
7. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491
8. Каталог изданий Свердловской электронной библиотеки по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>
9. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru>
10. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519
11. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
12. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Мультимедийный интерактивный ресурс № 12059 «Химические тонкопленочные технологии с опто-наноэлектронике и сенсорной технике», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12059>
2. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
3. ЭОР УрФУ № 4674 «Технологии производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Минимально необходимый для реализации модуля-дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» перечень учебно-материального обеспечения включает в себя:

- лекционную аудиторию, оборудованную мультимедиа средствами для электронной презентации;
- компьютерный класс для проведения практических занятий, тестирования студентов и выполнения ими расчетных заданий (Х-416).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Наноматериалы и нанотехнологии»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (32)	VII, 1-16	10
Ведение конспекта лекций	VII, 1-16	10
Домашняя работа ДР1	VII, 8	30
Домашняя работа ДР2	VII, 14	30
Рефераты (3)	VII, 8, 12, 14	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VII, 9-16	20
Контрольная работа КР1 (Физико-химические способы получения материалов в нанодисперсном состоянии)	VII, 12	40
Контрольная работа КР2 (Расчет температуры плавления (размера частиц) материалов в нанодисперсном состоянии).	VII, 14	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Наноматериалы и нанотехнологии»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Рассчитать число атомов в наночастице сульфида цинка диаметром 10 нм, определить долю поверхностных атомов.
2. Рассчитать температуру плавления алюминиевой пудры (нанопорошка) с размером частиц 10^{-7} м.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Классификация методов получения материалов в наносостоянии.
2. Формирование наноматериалов по механизмам “сверху-вниз” и “снизу-вверх”.
3. Методы механического диспергирования.

4. Методы интенсивной пластической деформации.
5. Механическое воздействие различных сред.
6. Детонационный синтез и электровзрыв.
7. Методы физического диспергирования. Распыление расплавов.
8. Метод испарения-конденсации.
9. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационным технологиям.
10. Газофазный синтез.
11. Плазмохимический синтез. Разложение под действием излучений.
12. Химические методы синтеза наноструктурных пленок.
13. Понятие размерного эффекта в наноматериалах. Кластеры и наночастицы. Объемная фаза и поверхности раздела.
14. Термодинамика малых систем. Ограничения классической термодинамики. Принципы самоорганизации.
15. Понятия внутреннего и внешнего размерных эффектов. Дискретные состояния и зонная структура. Размерные эффекты и симметрия в квантовых структурах.
16. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц.
17. Электрические свойства наноматериалов. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов.
18. Химическая активность наноматериалов. Нанокатализ.
19. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
20. Сравнительные возможности методов анализа размерных характеристик, элементного и фазового состава, изучения морфологии поверхности.
21. Применение наноструктурных пленок для детекторов ИК-излучения.
22. Одноэлектронные устройства на основе нанокластеров. Нанотранзисторы.
23. Устройства спинтроники.
24. Устройства молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.
25. Методы получения нанотрубок. Перспективы применения нанотрубок в электронике.
26. Формирование наноструктурных пленок для химических сенсоров, их свойства и применение.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.