



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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

12 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Процессы получения наночастиц, наноматериалов, нанотехнологии»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль программы бакалавриата Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем

Квалификация выпускника: Бакалавр
Выпускающая кафедра: Материалы, технологии и
конструирование машин

Форма обучения: Очная

Курс: 3 **Семестр(-ы):** 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

Виды контроля: Экзамен - 5 семестр; Курсовая работа – 5 семестр

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Процессы получения наночастиц, наноматериалов, нанотехнологии» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. № 1331 по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;

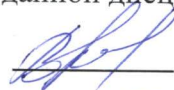
- компетентностных моделей выпускника ОПОП по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профилю программы бакалавриата Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённых «18» 09 20 14 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базовых учебных планов очной формы обучения по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», программы бакалавриата профиля Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённой 28 апреля 2016 года.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Неорганическая химия, Органическая химия, Информатика и информационно-коммуникационные технологии, История науки о материалах и технологиях, Инженерные проблемы материаловедения и наноматериалы, Физико-химия наночастиц и наноматериалов, Учебная практика, Теория, технология и оборудование покрытий, Общее материаловедение и технологии материалов², Процессы и технологии получения порошковых материалов, Материаловедение и технологии композиционных материалов, Производственная практика, Экологические проблемы металлургии и новых материалов, Проектирование и оборудование цехов, Оборудование в технологии наноматериалов, Управление качеством, Организация и планирование производства, Менеджмент и маркетинг новых материалов, Компьютерные технологии в материаловедении, Исследовательский практикум, Преддипломная практика, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

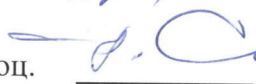
канд. техн. наук, доц.



В.Б. Кульметьева

Рецензент

канд. техн. наук, доц.



А.А. Сметкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин» «18» 10.08.16 2016 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой «Материалы, технологии и конструирование машин»,
ведущей дисциплину
д-р техн. наук, проф.



А.М. Ханов

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «21» 11 2016 г., протокол № 20.

Председатель учебно-методической комиссии
механико-технологического факультета
канд. пед. наук, доц.



Е.А. Синкина

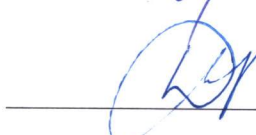
СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей
кафедрой «Материалы, технологии и
конструирование машин»
д-р техн. наук, проф.



А.М. Ханов

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.



Д. С. Репецкий

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: ознакомление с физико-химическими основами получения наночастиц, процессами формирования наноструктур и наноматериалов; формирование представления о процессах самоорганизации и нанотехнологии.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов (ПК-1);

- способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау (ПК-2);

- способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов (ПК-11);

- способность использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий с элементами экономического анализа (ПК-16).

1.2. Задачи учебной дисциплины

• **формирование знаний**

- изучение основ химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, способов контролируемого роста получения наночастиц необходимого размера и формы

- изучение процессов нанотехнологий, применяемых в современном производстве;

• **формирование умений**

- формирование умения анализировать научно-техническую информацию и изучать отечественный и зарубежный опыт по получению наноматериалов;

• **формирование навыков**

- формирование практических навыков синтеза наночастиц в жидких средах и получения наноматериалов;

- формирование навыков работы с научно-технической информацией.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Наночастицы металлов и их соединений, нанокристаллические материалы, пленки и покрытия, фуллерены, нанотрубки, неуглеродные нанотрубки, нанопроволоки и наностержни, нанопористые тела, молекулярные сита, супрамолекулярные ансамбли и устройства, мицеллярные системы и микроэмульсии, жидкие кристаллы, аэрозоли, золи, гели;

- Физико-химические процессы получения наночастиц металлов и их соединений и других нанообъектов, гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов;

- Проблемы и достижения нанотехнологии создания материалов на современном этапе.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы получения наночастиц, наноматериалов, нанотехнологии» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины» и является *обязательной* при освоении ОПОП по направлению «Материаловедение и технологии материалов».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-1	способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	Б1.Б.14 Информатика и информационно-коммуникационные технологии	Б1.В.06 Физико-химия наночастиц и наноматериалов
		Б1.В.15 Информатика и информационно-коммуникационные технологии 2	Б2.В.04 Преддипломная практика
		Б2.В.02 Учебная практика	Б1.ДВ.11.2 Компьютерные технологии в материаловедении
ПК-2	способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау		Б1.В.14 Материаловедение и технологии композиционных материалов
			Б1.ДВ.11.1 Исследовательский практикум
ПК-11	способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	Б1.Б.11 Неорганическая химия	Б1.В.11 Теория, технология и оборудование покрытий
		Б1.Б.12 Органическая химия	Б1.В.13 Процессы и технологии получения порошковых материалов
		Б1.В.01 История науки о материалах и технологиях	Б1.В.14 Материаловедение и технологии
		Б1.В.08 Инженерные проблемы материаловедения и	Б2.В.03 Производственная практика

			Б1.ДВ.05.1 Экологические проблемы металлургии и новых материалов
			Б1.ДВ.05.1 Менеджмент и маркетинг новых материалов
ПК-16	способность использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий с элементами экономического анализа	Б1.В.01 История науки о материалах и технологиях	Б2.В.03 Производственная практика
			Б1.ДВ.03.1 Организация и планирование производством
			Б1.ДВ.08.2 Управление качеством
			Б1.ДВ.10.1 Оборудование в технологии наноматериалов
			Б1.ДВ.10.2 Проектирование и оборудование цехов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-11, ПК-16.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК -1

Код ПК-1	Формулировка компетенции способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов
Код Б1.В.10 ПК-1	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы для поиска научно-технической информации по тематике исследования в области наноструктурного материаловедения и технологии наноматериалов.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные информационные ресурсы и базы данных для поиска научно-технической информации по заданной тематике;	<i>Лекции. Практические занятия. Опережающая самостоятельная работа.</i>	<i>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>
Уметь: выполнять поиск научно-технической информации по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка практическим занятиям) Курсовая работа</i>	<i>Отчет по практическим занятиям</i>
Владеть: навыками составления обзоров научно-технической литературы по наноматериалам с привлечением современных информационных технологий.	<i>Курсовая работа Самостоятельная работа</i>	<i>Результаты выполнения курсовой работы.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау
-----------------	--

Код Б1.В.10 ПК-2	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования в области наноструктурного материаловедения и технологии наноматериалов.
-----------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по заданной тематике.	<i>Практические занятия Самостоятельная работа студентов (подготовка практическим занятиям)</i>	<i>Текущий контроль в форме выполнения домашних заданий.</i>
Уметь: осуществлять поиск и систематизировать научно-техническую информацию по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка практическим занятиям) Курсовая работа</i>	<i>Отчет по практическим занятиям Оценка курсовой работы.</i>
Владеть: навыками анализа и обобщения научно-технической информации по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии.	<i>Курсовая работа Самостоятельная работа</i>	<i>Результаты выполнения курсовой работы.</i>

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-11

Код ПК-11	Формулировка компетенции способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов
----------------------------	--

Код Б1.В.10 ПК-11	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность применять знания об основных типах современных наноматериалов при выборе материалов для заданных условий эксплуатации при проектировании высокотехнологичных процессов
------------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – основные виды наноматериалов: наночастицы, углеродные наноструктуры, компактные наноматериалы, одномерные	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>

наноматериалы и т.д. - основные понятия и определения наносистем и нанотехнологии;		
Уметь: использовать знания об основных типах современных наноматериалов при выборе материалов для заданных условий эксплуатации	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Отчет по практическим занятиям</i>
Владеть: навыками обобщения и дифференцирования информации о возможности и целесообразности использования наноматериалов в различных областях машиностроения	<i>Самостоятельная работа</i>	<i>Курсовая работа</i>

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПК-16

Код ПК-16	Формулировка компетенции
	способность использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий с элементами экономического анализа

Код Б1.В.10 ПК-16	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	способность использовать на производстве знания о технологических процессах получения наноматериалов и синтеза наночастиц.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной Работы	Средства оценки
Знать: – физико-химические основы и основные методы получения наночастиц и наноматериалов; - методы получения консолидированных наноматериалов; - основные методы нанолитографии и процессы самоорганизации, протекающие при синтезе наноматериалов.	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>
Уметь: выполнять экспериментальные исследования нанообъектов;	<i>Лабораторные занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лабораторным занятиям)</i>	<i>Отчет по лабораторным занятиям</i>
Владеть: навыками синтеза наночастиц в жидких средах и получения наноматериалов.	<i>Лабораторные занятия. Самостоятельная работа (подготовка к лабораторным занятиям).</i>	<i>Отчет по лабораторным занятиям</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)		62	62
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лекции (Л)		24	24
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- практические занятия (ПЗ)		18	18
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лабораторные работы (ЛР)		18	18
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)		82	82
	- изучение теоретического материала		20	20
	- расчётно-графические работы		-	-
	- курсовой проект		-	-
	- курсовая работа		18	18
	- реферат		-	-
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)		20	20
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)		24	24
	- индивидуальные задания		-	-
	- другие виды самостоятельной работы		-	-
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: зачёт /экзамен		36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)		180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)		5	5

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного модуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисципли- ны	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоём- кость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа				КСР	Итог- овый конт- роль	Самос- стоятел- ьная работа		
			всего	Л	ПЗ	ЛР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.	1	Введе- ние	0,5	0,5							0,5
		1	3	1	2					3	6
		2	3	1	2					6	9
		3	15	1	2	12				10	25
	Всего по модулю:		21,5	3,5	6	12	0,5			19	41/1,14
2.	2	4	1	1						3	14
		5	9	1	2	6				11	20
		6	2,5	0,5	2					4	6,5
		7	3	1	2					4	7
	3	8	2	2							2
		9	4	2	2					4	8
	4	10	1	1							1
		11	1	1							1
		12	1	1							1
	Всего по модулю:		24,5	10,5	8	6	0,5			26	51/1,42
3.	5	13	1	1							1
		14	1,5	1,5							1,5
		15	2	2							2
		16	1	1						4	5
	6	17	3	3							3
		18	1	1							3
		19	2		2					4	4
		Заключен- ие	2,5	0,5	2					11	14
	Всего по модулю:		14	10	4		1			19	34/0,94
	Курсовая работа								18	18/0,5	
Промежуточная аттестация								36		36/1	
Итого			60	24	18	18	2	36	82	180/5	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Основные методы получения наночастиц.

Л – 3,5 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 19 ч, КСР - 0,5 ч.

Введение. Л – 0,5 ч.

Предмет и задачи изучения дисциплины: основные понятия, термины и определения.

Раздел 1. Методы получения наночастиц.

Лк – 3 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 12 ч, СРС – ¹¹19 ч.

Тема 1. Общая характеристика процессов получения наночастиц.

Наноматериалы природные и искусственные. Общие подходы, характерные для методов получения наночастиц. Классификация методов получения наноразмерных частиц (nanoparticles): методы «снизу-вверх» (bottom-up) и методы «сверху-вниз» (top-down), физические и химические методы, биологические методы.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 3 ч.

Тема 2. Методы получения наночастиц, основанные на физических процессах.

Методы испарения-конденсации (газофазный синтез): левитационно-струйный метод; электрический взрыв проводников; лазерная абляция. Диспергационные методы: механическое измельчение (механосинтез); ультразвуковое диспергирование; распыление расплава.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 6 ч.

Тема 3. Методы получения наночастиц, основанные на химических процессах.

Химическое осаждение из паровой фазы (Chemical Vapor Deposition). Детонационный синтез. Плазмохимический синтез. Методы химического осаждения (соосаждения). Осаждение из коллоидных растворов (золь-гель). Гидротермальный метод. Микроэмульсионный метод. Криохимический метод. Термическое разложение (пиролиз). Радиационное разложение соединений.

Восстановительные процессы: метод восстановления соединений металлов, метод жидкофазного восстановления, фото- и радиационно-химическое восстановление. Электрохимические методы. Биологические методы синтеза.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 10 ч.

Модуль 2. Методы получения наноматериалов.

Л – 10,5 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 26 ч, КСР – 0,5 ч.

Раздел 2. Методы получения углеродных наноматериалов.

Лк – 3,5 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 22 ч.

Тема 4. Методы синтеза фуллеренов.

Общие сведения об углероде. Классификация углеродных материалов. Строение и номенклатура фуллеренов. Возгонка и десублимация графита в электрической дуге. Лазерное испарение графитовой мишени. Пиролиз углеводородов. Синтез фуллереновых производных. Методы очистки и детектирования. Механизм образования фуллеренов.

Л – 1 ч, СРС – 3 ч.

Тема 5. Методы синтеза углеродных нанотрубок и графена.

Строение нанотрубок. Термическое распыление в дуговом разряде. Метод лазерной абляции. Термическое разложение (диспропорционирование) СО. Пиролиз углеводородов. Механизмы образования УНТ. Методы синтеза графена (graphene).

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 11 ч.

Тема 6. Процессы получения фуллереноподобных наноструктур и неорганических нанотрубок.

Получение фуллереноподобных и неорганических нанотрубок из прекурсоров со слоистой структурой. Темплатный синтез нанотрубок. Формирование нанотрубок с использованием принципа структурного несоответствия.

Л – 0,5 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.

Тема 7. Формирование одномерных наноструктур.

Классификация одномерных наноструктур: нанонити, наностержни, наноленты. Методы формирования одномерных наноструктур: использование собственной кристаллографической анизотропии вещества, рост по механизму "пар-жидкость-кристалл", искусственное замедление роста определенных граней с использованием поверхностно-активных веществ, использование пространственного ограничения реакционной зоны и самосборки отдельных кластеров, механическая деформация объемного материала.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.

Раздел 3. Методы получения нанопористых материалов и супрамолекулярных ансамблей.

Лк – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч. 12

Тема 8. Нанопористые материалы и молекулярные сита.

Строение нанопористых материалов. Природные и синтетические нанопористые материалы. Цеолиты как пример природных нанопористых структур. Методы получения нанопористых материалов. Темплатный синтез (template synthesis).

Л – 2 ч.

Тема 9. Супрамолекулярные ансамбли и устройства.

Основные понятия и термины супрамолекулярной химии. Природа супрамолекулярных взаимодействий. Образование супрамолекул. Супрамолекулярные ансамбли. Виды супрамолекулярных устройств. Биологические системы и их модели.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.

Раздел 4. Методы получения консолидированных наноматериалов.

Лк – 3 ч.

Тема 10. Порошковые технологии.

Метод Г. Гляйтера (газофазное осаждение и компактирование). Особенности поведения наночастиц при прессовании и спекании.

Л – 1 ч.

Тема 11. Интенсивная пластическая деформация.

Деформация кручением под высоким давлением, равноканальное угловое прессование. Особенности формирования структуры.

Л – 1 ч.

Тема 12. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.

Получение аморфных неорганических наноструктур. Особенности перехода материала из аморфного в нанокристаллическое состояние. Размеры кристаллов, возникающих внутри аморфного материала при различных условиях кристаллизации.

Л – 1 ч.

Модуль 3. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов, нанотехнологии.

Л – 10 ч, ПЗ – 4 ч, СРС – 19 ч, КСР -1 ч.

Раздел 5. Технологии тонких пленок и покрытий.

Лк – 5,5 ч, СРС – 4 ч.

Тема 13. Технологии, основанные на физических процессах.

Общая характеристика методов физического осаждения из паровой фазы (Physical Vapor Deposition): термическое испарение, катодное и магнетронное распыление, ионно-лучевые методы. Механизмы роста пленок.

Л – 1 ч.

Тема 14. Технологии, основанные на химических процессах.

Химическое осаждение из паровой фазы (CVD). Химическое осаждение из растворов (spin-coating, dip-coating, spray coating). Пленки Ленгмюра-Блоджетт.

Л – 1,5 ч.

Тема 15. Получение упорядоченных пленок (гетероструктур)

Молекулярно-лучевая эпитаксия (molecular beam epitaxy, MBE). Газофазная эпитаксия металлоорганических соединений (Metallorganic chemical vapor deposition, MOCVD). Метод молекулярного наплавления и атомно-слоевая эпитаксия (atomic layer epitaxy, ALE; atomic layer deposition, ALD).

Л – 2 ч.

Тема 16. Электрохимические методы формирования наноструктур.

Общая характеристика метода. Законы Фарадея. Катодный и анодный процессы. Получение пористого кремния. Получение пористого Al_2O_3 и TiO_2 методом анодного окисления.

Л – 1 ч, СРС – 4 ч.

Раздел 6. Нанолитография и самоорганизация в наносистемах.

Лк – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.

Тема 17. Пучковые методы нанолитографии.

Общая характеристика пучковых¹³ методов. Маска (Mask). Резисты (Photoresist). Позитивная и негативная литографии. Оптическая (фото) литография (optical lithography). Методы преодоления дифракционного предела: коррекция оптической близости, введение искусственного фазового сдвига, иммерсия, двойное экспонирование, внеосевое освещение и др. Литография ЭУФ-диапазона. Рентгеновская литография. Электронная литография (Focused-electron beam lithography). Ионно-лучевая литография (Focused Ion beam lithography).

Л – 3 ч.

Тема 18. Непучковые методы нанолитографии.

Наноимпринт-литография. Литография наносферами. Перьевая нанолитография.

Л – 1 ч.

Тема 19. Методы получения упорядоченных наноструктур.

Самоорганизация в природе. Открытые и закрытые системы. Диссипативная и консервативная самоорганизация. Самоорганизация в наносистемах.

ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч.

Заключение.

Л – 0,5 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 11 ч.

Проблемы и достижения нанотехнологии. Создание наноматериалов, наноустройств и наномашин. Альтернативная энергетика и наноматериалы. Электропроводящие устройства. Нанороботы.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1	Методы определения размеров наночастиц. Расчет размеров по методу тепловой десорбции азота: определяемая величина, формула расчета, допуски, точность.
2	2-3	Научно-техническая статья как форма представления результатов исследования: структура статьи, библиографическое описание, общая характеристика.
3	2-3	Научно-техническая статья как форма представления результатов исследования: поиск статей по заданной тематике, конспект статьи, включение материала статьи в литературный обзор.
4	5-7	Подготовка обзора научно-технической информации по теме: Альтернативная энергетика и наноматериалы. Применение энергии Солнца, приливов, ветра, геотермальных источников и особенности материалов, необходимых для рабочих установок.
5	5-7	Подготовка обзора научно-технической информации по теме: Альтернативная энергетика и наноматериалы. Ядерная и ядерно-релятивистская энергетика. Водородная энергетика. Материалы для хранения и транспортировки энергии различных видов.
6	9	Поиск иностранной научно-технической информации по теме: Биомиметика: архитектура природных материалов, условия формирования и свойства; разработка материалов на основе алгоритмов синтеза природных структур.
7	19	Подготовка обзора научно-технической информации по теме: Методы получения упорядоченных наноструктур. Самоорганизация в наносистемах.
8	Заключение	Подготовка обзора научно-технической информации по теме: Медицинские аспекты нанотехнологий: материалы для транспортировки лекарственных препаратов и замены тканей организма. Нанороботы, экологические риски.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы	Продолжи- тельность, ч
1	3	Синтез наночастиц из растворов химических соединений золь-гель технологией.	4
2	3	Исследование влияния добавок антикоагулянтов на размер частиц геля.	4
3	3	Синтез наночастиц из растворов химических соединений методом осаждения	4
4	5	Синтез углеродных нанотрубок.	6

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тема 2. Методы получения наночастиц, основанные на физических процессах.

Получение нанопорошков распылением расплава.

Тема 3. Методы получения наночастиц, основанные на химических процессах.

Биологические методы синтеза.

Тема 4. Методы синтеза фуллеренов.

Синтез фуллереновых производных. Механизмы образования фуллеренов.

Тема 5. Методы синтеза углеродных нанотрубок и графена.

Методы синтеза графена.

Тема 16. Электрохимические методы формирования наноструктур.

Получение пористого кремния. Получение пористого Al_2O_3 и TiO_2 методом анодного окисления.

Заключение. Электропроводящие устройства. Интеграции наноструктур в электронные устройства. Нанороботы.

5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	1
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
2	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
3	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическому и лабораторному занятиям	3
	Подготовка отчетов по практическим лабораторным занятиям	4
4	Изучение теоретического материала	3
5	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическому и лабораторному занятиям	3
	Подготовка отчетов по практическим лабораторным занятиям	4

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
6	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
7	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
9	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
16	Изучение теоретического материала	4
19	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
Заключение	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическому занятию	3
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	4
	Подготовка курсовой работы	18
	Итого: в ч / в ЗЕ	82/2,28

5.2. Перечень тем курсовых работ

Список тем типовой курсовой работы:

1. Сравнительный анализ методов синтеза углеродных нанотрубок.
2. Формирование наноструктурного состояния с применением процессов самоорганизации
3. Методы синтеза природных и синтетических неуглеродные нанотрубки.
4. Методы получения графена: механизм формирования, преимущества и недостатки.
5. Эпитаксиальные методы при формировании наноструктур: физико-химические процессы, достоинства и недостатки.
6. CVD-методы в процессах получения: наночастиц, нанопокровов, углеродных наноструктур.
7. Физико-химические процессы получения наночастиц несферической формы
8. Методы синтеза нанопористых материалов – цеолитов.
9. Методы получения мембран различных видов.
10. Методы получения наноструктурированных стекол
11. Методы получения фотонных кристаллов
12. Применение лазерных технологий для синтеза наноматериалов
13. Использование ДНК для получения наноструктур
14. Синтез наноматериалов с применением нанореакторов
15. Супрамолекулярные сенсорные устройства: получение и применение.
16. Получение тонких пленок методом молекулярного наслаивания.
17. Принципы биомиметики при получении наноматериалов.
18. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях
19. Криохимическая технология получения наночастиц
20. Методы получения квантовых точек
21. Непучковые методы нанолитографии
22. Ионно-лучевая нанолитография
23. Методы получения гибридных нанокомпозитов
24. Сонохимический синтез наночастиц
25. Сравнительный анализ методов очистки углеродных нанотрубок.

5.3. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные технологии.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму при этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний; развитие творческих навыков. При подготовке к практическим занятиям используется опережающая самостоятельная работа, т.е. изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий (лекции).

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ приучает их работать в команде.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме опроса и защиты отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Всего предусмотрено 7 отчетов по практическим занятиям 4 отчета по лабораторным занятиям внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 6 работ, модуль 2 – 3 работы, модуль 3 – 2 работы).

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 1, 2, 3).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1. Методы получения наночастиц.

Модуль 2

2. Методы получения углеродных и одномерных наноструктур.

3. Методы получения нанопористых и консолидированных наноматериалов.

Модуль 3

4. Технологии тонких пленок и покрытий. Нанолитография.

- Защита курсовой работы.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций Экзамен.

Экзамен по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (разрабатывается отдельным документом) с учетом результатов рубежного контроля.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1 знать основные информационные ресурсы и базы данных для поиска научно-технической информации по заданной тематике;	ОПЗ 1-8			ТВ
3.2 знать основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по заданной тематике;	ОПЗ 1-8			
3.3 знать основные виды наноматериалов: наночастицы, углеродные наноструктуры, компактные наноматериалы, одномерные наноматериалы и т.д.	ОП	ОЛР 1-4	РКР 1, 2	
3.4 знать основные понятия и определения наносистем и нанотехнологии;	ОП		РКР 1,3	

3.5 знать физико-химические основы и основные методы получения наночастиц и наноматериалов;	ОПЗ 1-8	ОЛР 1-4	РКР 1, 2	
3.6 знать методы получения консолидированных наноматериалов;	ОП		РКР 2	
3.7 знать основные методы нанолитографии и процессы самоорганизации, протекающие при синтезе наноматериалов.	ОПЗ 7		РКР 3	
Освоенные умения				
У.1 уметь выполнять поиск научно-технической информации по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов.	ОПЗ 2-8	ОЛР 1,2	РКР 1-4	ПЗ
У.2 уметь осуществлять поиск и систематизировать научно-техническую информацию по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии.	ОПЗ 2-8		РКР 2	
У.3 уметь использовать знания об основных типах современных наноматериалов при выборе материалов для заданных условий эксплуатации	ОПЗ 2-8			
У.4 уметь выполнять экспериментальные исследования нанообъектов.		ОЛР 1-4		
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками составления обзоров научно-технической литературы по наноматериалам с привлечением современных информационных технологий.			ИЗ	КЗ
В.2 владеть навыками анализа и обобщения научно-технической информации по методам получения наночастиц, процессам формирования наноструктур и наноматериалов, проблемам и достижениям нанотехнологии.			ИЗ	
В.3 владеть навыками обобщения и дифференцирования информации о возможности и целесообразности использования наноматериалов в различных областях машиностроения			ИЗ	
В.4 владеть навыками синтеза наночастиц в жидких средах и получения наноматериалов.		ОЛР 1-4		

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

ОПЗ – отчет по практическому²⁰ занятию;
ОЛР – отчет по лабораторной работе;
РКР – рубежная контрольная работа;
ИЗ – индивидуальное задание (курсовая работа);
ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине входит в состав РПД в виде приложения.

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

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

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.10 Процессы получения наночастиц, наноматериалов, нанотехнологии	БЛОК 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины/блок) базовая часть цикла x вариативная часть цикла x обязательная по выбору студента
22.03.01 (код направления подготовки / специальности)	<i>Материаловедение и технологии материалов / Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем</i> (полное название направления подготовки / специальности)
MTM / MTH (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: специалист x бакалавр магистр Форма обучения: x очная заочная очно-заочная
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр(-ы): <u>5</u> Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>20</u>
Кульметьева В.Б. (фамилия, инициалы преподавателя) Механик-технологический (факультет) Материалы, технологии и конструирование машин (кафедра)	Доцент кафедры (должность) тел. 8(342)239-11-27; keramik@pm.pstu.ac.ru (контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигуриди.— Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010 .— 365 с.	2010 – 4 2008 – 8
2	Порозова С.Е., Кульметьева В.Б. Получение наночастиц и наноматериалов: учебное пособие. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010 .— 134 с.	20 + Электронная библиотека ПНИПУ
3	Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие / Под ред. Л.Н. Патрикеева.- М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013 - 431 с.	2008 - 8 2013 - 2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Раков Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014.- 477 с.	2
2	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев .— 2-е изд., испр .— Москва : Физматлит, 2009 .— 414 с.	5
3	Цао Гочжун. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение : пер. с англ. / Цао Гочжун , Ин Ван. - Москва: Науч. мир, 2012.- 515 с.	2
4	Химия новых материалов и нанотехнологии : пер. с англ.: учебное пособие для университетов / Б. Д. Фахльман .— Долгопрудный: Интеллект, 2011 .— 463 с.	8
5	Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие для вузов / Э.Г. Раков .— М. : Логос, 2006 .— 374 с.	5
6	Фуллерены : учебное пособие для вузов / Л. Н. Сидоров [и др.]. - Москва: Экзамен, 2005.- 687 с.	3
7	Основы нанотехнологии в технике: учебное пособие для вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов .— Москва: Академия, 2009 .— 239 с.	13
8	Порозова С. Е. Введение в супрамолекулярную химию: учебное пособие.— Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 .— 123 с.	4 + Электронная библиотека ПНИПУ
2.2 Периодические издания		
1	Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. Москва: Калвис, 2007.	
2	Композиты и наноструктуры: научно-технический журнал.— Москва: Машиздат, 2009.	
3	Наноиндустрия: журнал. Москва: Техносфера, 2007.	
4	Успехи химии: журнал. Москва	
5	Российские нанотехнологии: журнал. Москва: Парк-медиа, 2006.	
6	Перспективные материалы: журнал. Москва: Интерконтакт Наука, 1995	
7	Материаловедение: научно-технический и производственный журнал.— Москва: Наука и технологии, 1997.	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ Р 55416-2013 «Нанотехнологии. Часть 1. Основные термины и определения».	Техэксперт

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2.4 Официальные издания		
1		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: http://elibrary.ru , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
4	Springer [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Cham, 2016. – Режим доступа: http://link.springer.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
5	ScienceDirect [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: http://www.sciencedirect.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на

Основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Дополнительная
литература☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки ...

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности наКарта книго-
обеспеченности
в библиотеку одана

(дата контроля литературы)

Основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Дополнительная
литература☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки_____
Н.В. Тюрикова**8.3. Перечень информационных технологий, используемых при
осуществлении образовательного процесса по дисциплине****8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные
обучающие и контролирующие программы**

Программы, используемые для обучения и контроля - не предусмотрены

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле- фильм	кино- фильм	слайды	аудио- пособие	
1	2	3	4	5
		+		Курс лекций

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория с мультимедийным обеспечением	Кафедра МТиКМ	21 корпуса МТиКМ	40	30
2	Компьютерный класс	Кафедра МТиКМ	24 корпуса МТиКМ	40	15
3	Химическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	238 корпуса МТиКМ	40	15

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1	оперативное управление	21
2	Фотоколориметр ФЭК	2	оперативное управление	238
3	Установка для роста углеродных трубок CVDompa;	1	оперативное управление	238
4	Магнитная мешалка ММ-5	4	оперативное управление	238
5	Весы аналитические	2	оперативное управление	238

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		