

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

 УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
И.В. Макурин
«14» 04 2018 г.

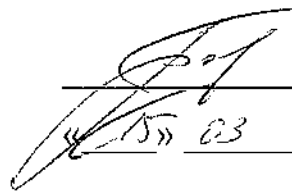
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии»
основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров
по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
профиль «Материаловедение в машиностроении»

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
доцент, докт. техн. наук

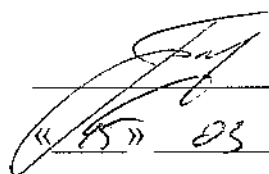
 О.В. Башков
«15» 03 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

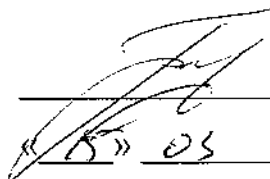
Директор библиотеки

 И.А. Романовская
«15» 03 2018 г.

Заведующий кафедрой
«Материаловедение и технология
новых материалов»

 О.В. Башков
«15» 03 2018 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Материаловедение и технология
новых материалов»

 О.В. Башков
«15» 03 2018 г.

Директор ИКПМТО

 П.А. Саблин
«15» 03 2018 г.

Начальник учебно-методического
управления

 Е.Е. Поздеева
«29» 03 2018 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.11.2015 № 1331, и образовательной программы подготовки бакалавров, по направлению 24.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	«Нanomатериалы и нанотехнологии»							
Цель дисциплины	формирование у студентов представлений о новейших достижениях в области создания, исследования и использования наноматериалов, разработки и использовании нанотехнологий.							
Задачи дисциплины	• Изучить теоретические основы технологий получения наноматериалов и нанопокровов, методов их исследования и областей применения; • Сформировать практические навыки получения наноматериалов и нанопокровов и методов их исследования; • Сформировать навыки формирования новых свойств материалов в наноструктурном состоянии и использования наноматериалов в качестве объемных модификаторов и покровов.							
Основные разделы дисциплины	1. Научно-технологические основы нанотехнологий. 2. Методы получения и исследования наноматериалов.							
Общая трудоемкость дисциплины	<u>3</u> з.е. / <u>108</u> академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	<u>8</u> семестр	22	-	22	-	64	-	108
ИТОГО:		22	-	22	-	64	-	108

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Нanomатериалы и нанотехнологии» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	З1(ПК-6-6) Знать: историю, методологию и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано-масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой.	У1(ПК-6-6) Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Н1(ПК-6-6) Владеть: навыками комплексного подхода к исследованию и использованию наноматериалов с применением нанотехнологий их обработки и модификации.
	З2(ПК-6-6) Знать: основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов.	У2(ПК-6-6) Уметь: использовать новые теоретические и практические подходы в описании состояния и свойств наноматериалов, явлений и процессов в них	Н2(ПК-6-6) Владеть: навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.
	З3(ПК-6-6) Знать: физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов и основные принципы работы оборудования и приборов для исследования и оценки физических и химических свойств наноматериалов		Н3(ПК-6-6) Владеть: навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов используемых в материаловедении и технологии материалов.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	44
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	22
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	22
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	64
Промежуточная аттестация обучающихся	-

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо- емкость (в ча- сах)	Форма проведения	Планируемые (контроли- руемые) результаты осво- ения	
				Компе- тенции	Знания, уме- ния, навыки
1. Научно-технологические основы нанотехнологий.					
Тема: Введение, цели и задачи курса	Лекция	3	традиционная	ПК-6-6	З1(ПК-6-6)
Тема: Научно-технологические основы нанотехнологий. Нанотехнология: термины и определения. Классификация нанобъектов	Лекция	4	традиционная	ПК-6-6	З1(ПК-6-6) З2(ПК-6-6)
	Лабораторная работа	5	традиционная	ПК-6-6	У1(ПК-6-6) Н1(ПК-6-6) Н2(ПК-6-6)
	Практическое занятие	-	-	-	-
Тема: Размерные эффекты и свойства нанобъектов и наноматериалов. Функциональные и конструкционные наноматериалы	Лекция	4	традиционная	ПК-6-6	З1(ПК-6-6) З2(ПК-6-6)
	Лабораторная работа	6	традиционная	ПК-6-6	У1(ПК-6-6) Н1(ПК-6-6) Н2(ПК-6-6)
	Практическое занятие	-	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	22	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение практических заданий.	ПК-6-6	У1(ПК-6-6) Н1(ПК-6-6) Н2(ПК-6-6)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	11	-	-	-
	Практические занятия	-	-	-	-
	Лабораторные работы	11	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	22	-	-	-
2. Методы получения и исследования наноматериалов.					
Тема: Методы получения наноматериалов: 1) наночастиц, нанокластеров, 2) пористых наноматериалов; 3) получения компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и компо-	Лекция	4	традиционная	ПК-6-6	З3(ПК-6-6)
	Лабораторная работа	5	традиционная	ПК-6-6	У2(ПК-6-6) Н3(ПК-6-6)
	-	-	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
зитных наноматериалов 6) зондовые технологии и литография.					
Тема: Методы исследования наноматериалов: 1) оптическая микроскопия 2) сканирующая зондовая микроскопия; 3) электронная микроскопия; 4) лазерная микроскопия 5) магнито- и электро-силовая микроскопии; 6) наноиндентирование 7) наноспектроскопия	Лекция	4	традиционная	ПК-6-6	ЗЗ(ПК-6-6)
	Лабораторная работа	6	традиционная	ПК-6-6	У2(ПК-6-6) НЗ(ПК-6-6)
	-	-	-	-	-
Тема: Перспективы экономического развития и применения наноматериалов: 1) Электроника и информационные технологии 2) Медицина и фармакология 3) Точная механика, оптика 4) Машиностроение, транспорт 5) Охрана окружающей среды .	Лекция	3	традиционная	ПК-6-6	ЗЗ(ПК-6-6)
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	42	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение практических заданий. Выполнение контрольной работы.	ПК-6-6	У2(ПК-6-6) НЗ(ПК-6-6)
	Текущий контроль	-	Контрольная работа, самостоятельная работа, письменно	ПК-6-6	ЗЗ(ПК-6-6) У2(ПК-6-6) НЗ(ПК-6-6)
Текущий контроль по разделу 2	Контрольная работа	-	Контрольная работа, самостоятельная работа, письменно	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
ИТОГО по разделу 2	Лекции	11	-	-	-
	Практическое занятие	-	-	-	-
	Лабораторные работы	11	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	42	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине		-	Зачет с оценкой	-	-
ИТОГО по дисциплине	Лекции	22	-	-	-
	Практическое занятие	-	-	-	-
	Лабораторные работы	22	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	64	-	-	-
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Наноматериалы и нанотехнологии», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ; подготовка реферата; подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (при наличии).

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учеб. пос. / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. - Минск: Выш. шк., 2010. - 302 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. – Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Волков, Г.М. Материаловедение : учебник для вузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М.: Академия, 2008. - 398с.
4. Григорьев, С.Н. Технологии нанообработки : учебное пособие для вузов / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2010. - 320с.
5. Сильман, Г.И. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Г. И. Сильман. - М.: Академия, 2008. - 335с.
6. Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
7. Сироткин, О. С. Основы инновационного материаловедения [Электронный ресурс] : монография / Сироткин О.С. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 157 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
8. Свойства и применение наноматериалов : учебное пособие для вузов / В. К. Воронов, Д. Ким, А. С. Янюшкин, Л. А. Геращенко. - 3-е изд., стер. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2015; 2012. - 219с.
9. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - м.: Физматлит, 2009. - 415с.

10. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для вузов / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе; под общ.ред. с.и.богодухова. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2010. - 559с.
11. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: основы получения. свойства. области применения. особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк, Д. А. Колесников. - изд.стер. - М.: Либроком, 2013. - 366с.
12. Нанотехнологии в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков, А. Г. Схиртладзе, А. Н. Воронцова и др. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2014; 2012. - 91с..

Рекомендованный график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься не менее 1 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий. Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут.

Таблица 4 – Рекомендованный график выполнения самостоятельной работы студентов при 11-недельном семестре

Вид самостоя- тельной работы	Часов в неделю											Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Изучение теоре- тических разде- лов дисциплины, выполнение практических за- даний.	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	22
Подготовка к за- щите лаборатор- ных работ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
Выполнение кон- трольной работы	-		-	-	-	2	2	2	2	2	2	12
ИТОГО в 8 семестре	5	5	5	5	5	7	7	7	6	6	6	64

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Научно-технологические основы нанотехнологий	31(ПК-6-6) 32(ПК-6-6)	Тест (фонд тестовых вопросов)	Знать: историю, методологию и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой. основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов
	У1(ПК-6-6) Н1(ПК-6-6) Н2(ПК-6-6)	Лабораторные работы	Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями. Владеть: навыками комплексного подхода к исследованию и использованию наноматериалов с применением нанотехнологий их обработки и модификации, навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.
Раздел 2. Методы получения и исследования наноматериалов	33(ПК-6-6)	Контрольная работа	Знать физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов и основные принципы работы оборудования и приборов для исследования и оценки физических и химических свойств наноматериалов
	У2(ПК-6-6) Н3(ПК-6-6)	Лабораторные работы	Уметь использовать новые теоретические и практические подходы в описании состояния и свойств наноматериалов, явлений и процессов в них. Владеть навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов используемых в материаловедении и технологии материалов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
— 5 — семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Тест	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний; 4 балла - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 балла - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Лабораторные работы	В течение семестра	5 баллов за каждую лаб.раб. * 4 лаб.раб. = 20 баллов	5 баллов - 91-100% Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.; 4 балла - 71-90% Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите; 3 балла - 61-70% Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей; 2 балла - 51-60% При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей; 0 баллов - 0-50% Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
3	Контрольная работа	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета; 4 балла - если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов; 3 балла - если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, допускает искажение фактов; 2 балла - если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлено 3 балла, или если правильно выполнил менее половины работы; 0 баллов – студент не правильно выполнил или не выполнил контрольную работу.
	Текущий контроль	-	15 баллов	-
	ИТОГО:	-	15 баллов	-
Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета с оценкой: Максимальный балл за каждое оценочное средство составляет: - тест - 5 баллов, - лабораторная работа – 20 баллов, - контрольная работа - $200\% \cdot 5 \text{ баллов} = 10 \text{ баллов}$. Максимальный итоговый рейтинг 35 баллов. Оценке «отлично» соответствует 33-35 баллов; оценке «хорошо» соответствует 30-32 баллов; оценке «удовлетворительно» соответствует 27-29 баллов менее 27 – «неудовлетворительно».				

Задания для текущего контроля по дисциплине

Тест

Варианты **типовых тестов** представлены ниже.

Вариант теста открытого типа, предполагающий свободное самостоятельное изложение ответа или вставку слова/словосочетания:

- 1) Напишите термины и определения в области наноматериалов
- 2) Опишите вклад ученых России на развитие нанотехнологий
- 3) Перечислите методы получения наночастиц, нанокластеров
- 4) Какие бывают углеродные нанотрубные структуры?
- 5) Опишите известные зондовые технологии и что такое литография.

Вариант теста закрытого типа, предполагающий выбор одного правильного ответа:

- 1) Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?
Дуговой
Лазерно-термический
Пиролитический
Биотехнологический
- 2) Образование супермолекулы в супрамолекулярной химии можно описать как:
Рецептор + субстрат(ы)
Рецептор + рецептор
Субстрат + субстрат(ы)
Рецептор + мономеры
- 3) Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?
Должен проводить электрический ток
Должен быть выполнен из магнитного материала
Должен быть выполнен из закалённой стали
должен быть гибким с известной жесткостью
- 4) Какой из микроскопов изобретён позже остальных?
Сканирующий силовой микроскоп
Сканирующий туннельный микроскоп
Растровый микроскоп
Просвечивающий электронный микроскоп
- 5) Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?
Г. Глейтер
Ж. И. Алферов
Р. Фейнман
Э. Дрекслер
- 6) Почему рибосому называют молекулярным ассемблером?

Рибосомы строят белки, основываясь на инструкциях, хранящихся на нитках РНК

Рибосомы имеют размер несколько десятков нанометров

Рибосомы могут сворачиваться в клубки, изменяя четвертичную структуру

Рибосомы умеют преобразовывать механическую энергию в энергию химических связей

- 7) Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:

Квантовая точка

Квантовая яма

Квантовый барьер

Квантовая игла

- 8) Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводников?

Зона проводимости

Запретная зона

Валентная зона

Квантовая зона

- 9) Что такое везикулы?

Субклеточные частицы

Наноразмерные вирусы

Замкнутые бислойные мембранные оболочки

Белковые молекулы, содержащие ферменты

- 10) Какая величина не входит в уравнение Гиббса-Томсона?

Температура плавления

Свободная поверхностная энергия

Изменение теплосодержания

Вязкость кристаллита

- 11) Что такое молекулярный ассемблер?

Мельчайшая частица атома

Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков

Субклеточная частица

Коллоидный ансамбль ПАВ

- 12) Кто впервые выдвинул идею о развитии нанотехнологии в современной формулировке?

П.С. Лаплас

Э. Дрекслер

Р. Фейнман

Н. Винер

- 13) Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвящённая нанотехнологии?

- Машины конструирования
 - Машины нанотехнологии
 - Машины создания
 - Машины технологии
- 14) Какое свойство характерно для микроэмульсии?
- Микроэмульсии прозрачные жидкости
 - Микроэмульсии имеют тёмно-серый цвет
 - Микроэмульсии непрозрачные жидкости
 - Микроэмульсии являются хорошими проводниками электричества
- 15) Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?
- Микроэмульсия
 - Мицеллы
 - Углеродные нанотрубки
- 16) Наноструктуры, формирующиеся интенсивной пластической деформацией
- Что означает уравнение Гиббса-Томсона?
 - Взаимосвязь поверхности объекта и его объема
 - Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости
 - Взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава
 - Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности
- 17) В каком микроскопе используется кантилевер?
- Сканирующий силовой микроскоп
 - Сканирующий туннельный микроскоп
 - Растровый микроскоп
 - Просвечивающий электронный микроскоп
- 18) Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:
- Дифракции рентгеновских лучей
 - Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой
 - Просвечивании образца рентгеновскими лучами
 - Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ
- 19) Что не может являться супрамолекулярным ансамблем?
- Везикула
 - Мицелла
 - Микроэмульсия
 - правильного ответа нет
- 20) Обращаются ли в нуль волновые функции на границе квантовой ямы
- Да
 - Нет
 - Вопрос поставлен некорректно
 - Ответ зависит от ширины квантовой ямы

- 21) Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной, получают:
- Квантовую точку
 - Квантовую яму
 - Квантовый барьер
 - Квантовую иглу
- 22) Что такое кантилевер?
- Компьютерный блок в силовом микроскопе
 - Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа
 - Подложка для образцов в растровом микроскопе
 - Зонд в сканирующем силовом микроскопе
- 23) Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:
- Экзоэдральные соединения
 - Эндоэдральные соединения
 - Супрадральные соединения
 - Парадральные соединения

Лабораторные работы

Варианты заданий и вопросов к защите лабораторных работ представлены ниже.

Лабораторная работа № 1 Получение наночастиц методом лазерной абляции в воздухе

Задание: Изготовить наноструктурированные микропленки оксидов и нитридов металлов (титан, никель, серебро и т.д.) по механизмам «сверху-вниз» методом лазерной абляции.

Контрольные вопросы:

1. Лазерная абляция.
2. Особенности лазерной плазмы.
3. Прямой и обратный перенос материала.
4. Определение интенсивности лазерного воздействия.

Лабораторная работа № 2 Получение наночастиц методом лазерной абляции в жидкости

Задание: Ознакомится с теорией о лазерной абляции. Подготовить мишени в виде пластин стеклоуглерода. В кюветы кварцевого стекла поместить мишени и заполнить растворителем. Поместить кювету в область действия лазерного луча согласно схемы. Перед воздействием проверить фокусировку и определить диаметр лазерного пятна в мкм. Записать параметры эксперимента: мощность воздействия, скорость сканирования, время воздействия.

Контрольные вопросы:

1. Требования безопасности перед началом работ с лазерным оборудованием.
2. Требования безопасности во время работ лазерным оборудованием.
3. Требования безопасности по окончании работ с лазерным оборудованием.
4. Требование к производственному помещению для лазеров 4-го класса опасности.
5. Лазерная абляция.
6. Основные элементы лазера.
7. Особенности лазерного излучения.

Лабораторная работа № 3 Диагностика процессов лазерной обработки поверхности материалов в реальном времени методами лазерной проекционной микроскопии

Задание: Включить лазер на парах меди CVL-10 и другие элементы лазерного монитора. Установить обрабатываемый образец на координатный стол лазерного технологического комплекса. Управляя фокусировкой излучения лазера на парах меди, получить качественное изображение поверхности обрабатываемого материала на экране лазерного монитора. Включить силовой лазер и установите параметры требуемого режима обработки материала. Произвести лазерную обработку материала с одновременной регистрацией процесса воздействия лазерного излучения на поверхность образца. Произведите качественный анализ процесса воздействия лазерного излучения на поверхность образца и определите пространственные и временные характеристики развивающихся структур.

Контрольные вопросы:

1. Рассчитать величину дифракционного предела для используемого микроскопа.
2. Оценить максимальное увеличение достижимое с использованием «лазерного монитора»
3. Рассчитать величину контраста получаемых изображений.
4. Оценить максимальное линейное разрешение используемой диагностической системы.

Варианты дополнительных вопросов к защите лабораторных работ представлены ниже.

- 1) Получение ультрадисперсных частиц оксидов алюминия и циркония методом золь-гель синтеза. Выделение частиц методом химического осаждения и с использованием распылительной сушки.
- 2) Получение ультрадисперсных частиц меди, серебра и цинка методом электроэрозии.
- 3) Получение порошков соединений титана в атмосфере различных газов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

- 4) Синтез наноразмерных частиц серебра, золота и алюминия и цинка методом лазерной абляции.
- 1) Опишите методы получения пленок и покрытий.
 - 2) Методы получения полимерных и композитных наноматериалов
 - 3) Опишите принцип действия электронного микроскопа
 - 4) Опишите принцип действия сканирующего атомного-силового микроскопа.
 - 5) Опишите принцип действия туннельного микроскопа.
 - 6) Опишите свойства малоугловой границы
 - 7) Какие действия при работе на электронном микроскопе приводят к увеличению резкости?
 - 8) Опишите параметры настройки электронного микроскопа для работы в режиме определения элементного состава при EDX-анализе.
 - 9) Опишите методы консолидации порошков.
 - 10) Объясните причины изменения механических свойств металлов и сплавов, подверженных интенсивной пластической деформации

Контрольная работа

Варианты заданий для **контрольной работы** представлены ниже.

Задание 1 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка титана BT1-00 с размером частиц порошка до 100 нм.

Задание 2 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка ПР-07Х18Н12М2 с фракционным составом 0-20 мкм для использования при 3-D лазерном спекании.

Задание 3 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза порошка оксида алюминия с фракционным составом 0-5 мкм, используемого для изготовления спекаемых керамических изделий.

Задание 4 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ нанесения покрытий на коррозионностойкой стали типа 12Х18Н10Т, обладающей свойствами износостойкости, твердости и антиадгезионности и описать технологию нанесения покрытия.

Задание 5 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения объемной заготовки из материала титанового сплава ВТ1-00 массой 500 г с пределом прочности 1000 МПа, используемым в последствии для изготовления зубных имплантатов и описать технологию изготовления.

Задание 6 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения порошка карбида кремния с размером частиц менее 1 мкм и описать технологию получения.

Задание 7 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения порошка оксида алюминия с размером частиц менее 1 мкм и описать технологию получения.

Задание 8 для выполнения контрольной работы

Тема контрольной работы «Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка меди с размером частиц порошка до 50-200 нм.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1 Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учеб. пос. / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. - Минск: Выш. шк., 2010. - 302 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 2 Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. – Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 3 Волков, Г.М. Материаловедение : учебник для вузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М.: Академия, 2008. - 398с.
- 4 Сильман, Г.И. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Г. И. Сильман. - М.: Академия, 2008. - 335с.

8.2 Дополнительная литература

- 1 Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 2 Сироткин, О. С. Основы инновационного материаловедения [Электронный ресурс] : монография / Сироткин О.С. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 157 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 3 Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. – 188 с.
- 4 Свойства и применение наноматериалов : учебное пособие для вузов / В. К. Воронов, Д. Ким, А. С. Янющкин, Л. А. Геращенко. - 3-е изд., стер. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2015; 2012. - 219с.
- 5 Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - м.: Физматлит, 2009. - 415с.
- 6 Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для вузов / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе; под общ.ред. с.и.богодухова. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2010. - 559с.
- 7 Наноструктурные покрытия и наноматериалы: основы получения. свойства. области применения. особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк, Д. А. Колесников. - изд.стер. - М.: Либроком, 2013. - 366с.

- 8 Нанотехнологии в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков, А. Г. Схиртладзе, А. Н. Воронцова и др. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2014; 2012. - 91с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Сироткин, О. С. Основы инновационного материаловедения [Электронный ресурс] : монография / Сироткин О.С. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 157 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Композиты и наноструктуры. – Режим доступа: <http://www.issp.ac.ru/journal/composites/russian.html>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практик и лабораторных работ. Самостоятельная работа в первую очередь включает изучение основных разделов дисциплины, проработку контрольных заданий и тестов. Следует изучать разделы дисциплины последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и навыков. СРС включает следующие виды работ:

- подготовка к практическим занятиям;
- изучение теоретических разделов дисциплины, выполнение практических заданий;

При изучении данной дисциплины студентам предлагаются следующие разделы для самостоятельного изучения:

1. Наноразмерные порошки оксида кремния. Разновидности, способы синтеза и модификации.

2. Наноразмерные порошки оксида алюминия. Разновидности, способы. Рабочая программа учебной дисциплины «Порошковые технологии изготовления наноматериалов» синтеза и модификации.

3. Полимеры. Основные понятия (полимер, мономер, гомополимер, сополимер). Классификация полимеров: по типу составляющих элементов; по происхождению (вулканизация каучука); по характеру составляющих звеньев; по отношению к нагреванию; по типу химической реакции используемой для синтеза. Полимерные сурфактанты как стабилизаторы наноразмерного состояния.

4. УФ- видимая спектроскопия. Аналитический сигнал. Электронные спектры наночастиц.

5. Получение наноразмерных частиц термическим разложением с газообразными и конденсированными прекурсорами.

6. Получение наноразмерных методом диспергирования. Способы и аппараты механического диспергирования (мельницы). Планетарные и центробежные мельницы. Принцип работы, использование для синтеза нанопорошков. Механосинтез. Ультразвуковое диспергирование металлов (сонохимический синтез).

7. Полупроводниковые наноструктуры (квантовые ямы, проволоки, точки; структуры с туннельно-прозрачными барьерами; фотонные кристаллы и т. д.) и полимерные дендримеры

8. Катализ химических реакций как областью применения малых частиц металлов, сплавов и полупроводников.

9. Самоорганизация фуллереновых структур
10. Состояние мировых исследований в области изготовления наноматериалов
11. Консолидированные (объемные) материалы: наносплавы, компакты, пленки и покрытия из металлов, сплавов и соединений
12. Способ магнетронного распыления
13. Современные достижения в области объемных наноматериалов, нанотрубок и нановолокон
14. Изготовление многослойных полимер-неорганических нанокомпози- тов на основе пленок Ленгмюра – Блоджетт.
15. Методы зондовой нанотехнологии
16. Литография
17. Технологическое оборудование для исследования поверхности твердых тел и создания наноструктур
18. Физические основы лазерной сканирующей микроскопии и приме- ры применения в нанотехнологии
19. Принципы лазерной идентификации материалов и применение в нанотехнологии

Дисциплина позволяет ознакомить студентов с различными методами измерений, основанных на распространении света.

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» формирует у студен- та представления об истории, методологии и современных проблемах ис- пользования оптических методов в материаловедении. Студенты знакомятся с основными проблемами теории и прикладного использования оптики при- менительно к различным областям техники и технологии. Знания, получен- ные при изучении данной дисциплины, будут востребованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а для будущих магистров и аспиран- тов при использовании в научных исследованиях и практическом внедрении их результатов.

Теоретической основой курса являются разделы, основанные на изуче- нии методов оптических измерений параметров и физических характеристик материалов, использующие волновые свойства света, а также методов струк- турного анализа, физических свойств материалов, философских проблем науки и техники, истории и методологии науки.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дис- циплины осуществляется во время аудиторных занятий в течение семестра и на сессии. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе практических занятий. Для этого используются задания (расчетно- графическая работа), подготовленные студентами во время семестра и пред- назначенные для текущего контроля (таблица 6).

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам выполнения теста, баллов полученных при защите лабораторных работ и по-

лученных при выполнении контрольной работы. Максимальный итоговый рейтинг составляет 35 баллов.

Оценке «отлично» соответствует 33-35 баллов;

оценке «хорошо» соответствует 30-32 баллов;

оценке «удовлетворительно» соответствует 27-29 баллов

менее 27 – «неудовлетворительно».

Методические указания к отдельным видам деятельности представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебной деятельности	Организация деятельности
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю.
Лабораторные работы	Работа с конспектом лекций, выполнение заданий лабораторной работы, поиск ответов на контрольные вопросы.
Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение теоретического материала, решение практических заданий, выполнение контрольной работы.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» основывается на активном использовании сети «Интернет», Microsoft Office в процессе изучения теоретических разделов дисциплины и подготовки к практическим занятиям. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория с проекционным оборудованием	Лекционная аудитория	1 персональный ЭВМ с процессором Core(TM) i3-3240 CPU @ 3.4 GHz; 1 экран с проектором EPSON EB-825V	Проведение лекционных занятий, практических занятий
106/2	Лаборатории лазерных методов исследования ЦКП «Новые материалы и технологии»	Лазеры. Оптические приборы, оптические столы, оптические элементы, оптомеханика. Осциллограф цифровой. Генератор Цифро-	Практические занятия, лабораторные работы

		вой.	
208/2	Лаборатории оптической микроскопии ЦКП «Новые материалы и технологии»	Оптические микроскопы, микротвердомеры, оборудование дифференциального термического анализа	Практические занятия, лабораторные работы
123/2	Лаборатория электронной микроскопии	РЭМ Hitachi S3800S	Лабораторные работы

Лист регистрации изменений к РПД

[illegible]