

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**«Утверждаю»**  
**Председатель Ученого совета,**  
**ректор, академик НАН РК**  
**Газалиев А.М.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015\_г.

## **РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина NM 5303 «Наноматериалы»

Модуль ON 02 «Основы наносистем»

для профильной магистратуры специальности

6M070900 – «Металлургия»

Образовательная программа «Нанотехнологии в металлургии»

Машиностроительный факультет

Кафедра – «Нанотехнологии и металлургия»

## Предисловие

Рабочая учебная программа разработал:  
К.т.н., ст. преподаватель Саркенов Б.Б.

Обсуждена на заседании кафедры «НТМ»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Куликов В.Ю. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.  
(подпись)

Одобрена методическим бюро машиностроительного факультета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

Председатель \_\_\_\_\_ Бузауова Т.М.. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.  
(подпись)

## Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	ECTS	Вид занятий					Количество часов СРМ	Общее количество часов	Форма контроля
			Количество контактных часов			Количество часов СРМП	Всего часов			
			лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия					
3	4,5	30	-	15	45	90	45	135	экзамен	

### Цель дисциплины

Целью дисциплины «Наноматериалы» - является дать магистрантам знания о наноматериалах, о наносистемах, сформировать знания теоретических основ строения наноматериалов и наносистем, подготовка магистранта для научно-исследовательской, производственно-технологической, проектно-конструкторской деятельности в области получения и использования наноразмерных и наноструктурных материалов.

### Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие:

- изучение классификации наноматериалов, наноразмерных структур, наноструктурных металлических материалов и технологии, направления развития и достижения науки о наноматериалах;
- изучение физико-химических основ наноматериалов, дать магистрантам знания о особенностях и свойствах наноразмерных частиц металлов, сплавов, соединений;
- формировать умения по исследованию размерных характеристик, определения элементного и фазового состава наноматериалов, оценки физико-механических характеристик наноматериалов;
- дать магистрантам практические навыки по изучению свойств наноматериалов и определению направлений использования их в промышленности.

В результате изучения данной дисциплины магистранты должны иметь представление:

- об основных теоретических сведениях о природе и свойствах наноматериалов;
- о свойствах и перспективах применения различных металлических наноматериалов;
- об оценке физико-механических характеристик наноматериалов;

знать:

- способы получения наноразмерных материалов;
- особенности свойств наноразмерных материалов;
- о способах исследования размерных характеристик наноматериалов.

уметь:

- выбирать, формулировать и решать задачи изучения свойств наноматериалов;
- исследовать размерные характеристики наноматериалов;
- определять элементный и фазовый состав наноразмерных веществ.

приобрести практические навыки и компетенции:

- владение навыками определения и назначения новых наноматериалов, их свойств.
- владение методами качественной и количественной оценки структур и состава наноматериалов, с целью получения новых наноматериалов заданного свойства, разработка технологии получения и обработки новых материалов в металлургии;
- быть компетентным в области исследования современных конструкционных и функциональных металлических материалов, анализировать и использовать получаемую информацию.

### Пререквизиты

- Физика I, II
- Химия
- Физика металлов и физические свойства металлов.

### Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины используются при выполнении магистерской диссертации, используется при освоении следующих модулей (дисциплин):

- Технологии получения нанопорошков;
- Нанолегирование и наномодифицирование металлов и сплавов;
- Современные методы исследования наносистем.

### Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	Практические	Лабораторные	СРМП	СРМ
1. <b>Вводная лекция. Задачи и содержание курса.</b>	1	-	-	5	5
2. <b>Методы получения наноматериалов.</b> 2.1. Наноструктурированные материалы и наночастицы. Классификация В. Оствальда по агрегатному состоянию фаз. Классификация по размерам. Классификация по мерности. Классификация Г. Глейтера основных типов структур неполимерных наноматериалов по химическому составу, распределению фаз и форме. 2.2 Наноматериалы: функциональные, интеллектуальные, нанобъекты, содержащие специфические группы атомов, молекул нанометровых размеров (до 100 нм).	2	-	2	5	5
3. <b>Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц.</b> 3.1. Относительная роль гравитационных, электростатических, электродинамических и магнитных взаимодействий на наноуровне. 3.2 Особые свойства нанобъектов, обусловленные соизмеримостью их размеров и характерной длиной.	5	-	2	5	5
4. <b>Идеальная и реальная кристаллические структуры наноразмерных материалов..</b> 4.1 Структурные и электронные магические числа. Зависимость периода решетки от размеров наноматериала. 4.2 Дефекты кристаллической решетки наноматериалов.	2	-	2	5	5

<p><b>5. Поверхностные явления и межфазные процессы в наноматериалах</b></p> <p>5.1 Поверхность, границы, морфология наноматериалов.</p> <p>5.2 Величина поверхностной энергии. Поверхностный потенциал Гиббса.</p>	4	-	2	5	5
<p><b>6. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов</b></p> <p>6.1 Формирования наноструктур по механизму «снизу – вверх».</p> <p>6.2 Термодинамические аспекты гомогенного зародышеобразования.</p> <p>6.3 Формирования наноструктур по механизму «сверху – вниз».</p>	6		2	5	5
<p><b>7. Термодинамика явлений в наносистемах. Квазиравновесие в наносистемах</b></p> <p>7.1 Особенности термодинамических свойств наносред.</p> <p>7.2 Соотношение площади поверхности и массы нанообъектов.</p> <p>7.3 Изменение температуры плавления в наноматериалах.</p>	6		2	5	5
<p><b>8. Кинетика процессов в наноразмерных системах .</b></p> <p>8.1 Зависимость параметров химической кинетики от размеров. Скорость реакции.</p> <p>8.2 Объемная и поверхностная диффузия. Кинетические особенности химических процессов на поверхности наночастиц.</p>	2		2	5	5
<p><b>9. Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах.</b></p> <p>9.1 Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии. Квантовые ямы, проволоки, точки.</p> <p>9.2 Эффекты, обусловленные размерами и размерностью нанообъектов: размерные эффекты.</p>	2		1	5	5
<b>ИТОГО:</b>	30	-	15	45	45

#### **Перечень практических (семинарских) занятий**

1. Методы получения наноматериалов.
2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц.
3. Идеальная и реальная кристаллические структуры наноразмерных материалов..
4. Поверхностные явления и межфазные процессы в наноматериалах

5. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов
6. Термодинамика явлений в наносистемах. Квазиравновесие в наносистемах
7. Кинетика процессов в наноразмерных системах .
8. Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах.

#### Тематический план самостоятельной работы магистранта с преподавателем

Наименование темы СРМП	Цель занятия	Форма проведения	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1	2	3	4	5
Тема 1. Функциональное назначение фуллеренов и фуллеритов.	Углубление знаний данной тематике	Конференция	Изучение классификации и назначения фуллеренов и фуллеритов	[1-6]
Тема 2. Типы границ зерен.	Углубление знаний данной тематике	Семинар	Изучение типов границ зерен. Отличие границ зерен наноструктурных материалов и обычных крупнозернистых аналогов.	[1- 6]
Тема 3. Способы контроля фундаментальных свойств наноматериалов.	Углубление знаний данной тематике	Семинар	Изучение основных способов контроля фундаментальных свойств наноматериалов.	[1- 4], [6]
Тема 4. Механизмы и кинетика формирования наноаморфных твёрдых тел.	Углубление знаний данной тематике	Письменная работа	Изучение механизмов и кинетики формирования наноаморфных твердых тел.	[1-11]
Тема 5. Структура материалов с ионно-плазменными покрытиями.	Углубление знаний данной тематике	Презентация	Исследование структуры материалов с ионно-плазменными покрытиями. Сравнительный анализ с материалами без покрытий.	[1-13]
Тема 6. Деформационное поведение аморфно-нанокристаллических материалов	Углубление знаний данной тематике	Презентация	Характеристика деформационного поведения аморфно-нанокристаллических материалов. Изучение пластического течения данных материалов.	[1-13]

## Темы контрольных заданий для СРМ

1 Индивидуальные задания по исследованию структуры субультрамелкозернистых и наноструктурных материалов после определенных способов подготовки.

2 Индивидуальные задания по исследованию структуры наноаморфных материалов.

## График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
Письменный опрос № 1	Закрепление теоретических знаний и практических навыков	[1], [2], [3], [5], конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	7-я неделя	15
Отчет по СРМ тема 1)	Контроль теоретических знаний.	[1], [2], [4], [5], [7]	7 недель	Текущий	7-я неделя	15
Письменный опрос № 2	Закрепление теоретических знаний и практических навыков	[1], [2], [6], конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	14-я неделя	15
Отчет по СРМ тема 2)	Контроль теоретических знаний	[1], [2], [4], [5], [7]	7 недель	Текущий	14-я неделя	15
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии	40
Итого						100

## Список основной литературы

1. Форстер. Нанотехнология, наука, инновации, возможности. –М.: Техносфера, 2008. -352с.
2. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы, получение структуры и свойства. –М.: Академия, 2007, -398с.
3. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 224 с.
4. Явойский А.М. Нанотехнологии и наноматериалы – М., Наука, 2008 г., 365 с.
5. Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. Наноструктурные материалы. Учеб. пособие для высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2005.
6. Перспективные материалы/ под ред.проф. Д.Л.Мерсона. Уч.пособие. –М.:ТГУ, 2007. - 468с.
7. Кормилицын О.П., Шукейло Ю.А. Механика материалов и структур нано и микротехники. - М.: Академия, 2008, -224с.
8. Добаткин С.В. Лакишев Н.П. Перспективы получения и использования наноструктурный сталеи//Всероссийская конференция по наноматериалов НАНО. 2007. – Тезисы докладов. – Новосибирск, 2007.
9. Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано и субмикрокристаллические материалы полученные интенсивной пластической деформацией. Уч.пособие/ Добаткин С.В. –М.:МИСиС, 2007. -36с.

10. Рыжонков Д.И. и др. Ультрадисперсные среды. Получение нанопорошков методом химического диспергирования и их св-ва. Учебное пособие/ Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Е.Е. –М.: Изд-во МиСиС, 2006. -135с.
11. Кормилицын О.П., Шукейло Ю.А. Механика материалов и структур нано и микротехники. -М.: Академия, 2008, -224с.

#### **Список дополнительной литературы**

12. Рыжонков Д.И. и др. Ультрадисперсные среды. Получение нанопорошков методом химического диспергирования и их св-ва. Учебное пособие/ Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Е.Е. –М.: Изд-во МиСиС, 2006. -135с.
13. Соронин Г.М. Трибология сталей и сплавов. –М.: Недра, 2000. -316с.