

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»  
Проректор по учебно-методической работе  
А. В. Мышлявцев  
« \_\_\_\_\_ » 2013г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний в форме междисциплинарного экзамена

для приема по направлению магистерской подготовки

152200.68 – «Наноинженерия»

2013

## **1. Дисциплины, входящие в междисциплинарный экзамен**

Вопросы вступительного испытания по междисциплинарному экзамену охватывают основные положения следующих дисциплин:

- Квантовая механика
- Радиационные технологии в наносистемах
- История наноиндустрии
- Вычислительная физика
- Синтез наносистем
- Физико-химия наноструктурированных материалов
- Материалы и методы нанотехнологии
- Физико-химия низкоразмерных систем
- Физическое материаловедение
- Зондовая микроскопия
- Основы нанонауки
- Кристаллография
- Технико-экономическое проектирование

### **Вопросы по разделам**

#### **Основы история наноиндустрии и нанонауки.**

- 1.Определение, предмет и цели нанонауки. Принципы нанонауки. Развитие нанонауки в России.
- 2.Этические аспекты нанонауки. Этика. Прикладные проблематики этики. Принципы и нормы научной этики.
- 3.Миниатюризация. Связь размеров структур с их функциональностью. Классификация нанообъектов.
- 4.Самоорганизация углеродных наноструктур. Условия самосборки наноконструкций. Достоинства и проблемы самосборки.
- 5.Работа Р.Фейнмана «There's plenty of room at the bottom» («Как много места там внизу») и ее роль в становлении нового направления «Нанотехнология».
- 6.Основные достижения в развитии нанотехнологий.
- 7.Периодизация достижений в области нанотехнологий.
- 8.Проектирование. Задачи и основные принципы технико-экономического проектирования наносистем.
- 9.Основные показатели технико-экономических проектов.
- 10.Бизнес-планирование. Цель, задачи, структура бизнес-плана.

#### **Квантовая механика и вычислительная физика.**

1. Уравнение Шредингера, стационарное уравнение Шредингера, принцип причинности в квантовой механике.
2. Стационарная теория возмущения в квантовой механике.
3. Нестационарная теория возмущения в квантовой механике.
4. Чистые и смешанные состояния. Статистический оператор, уравнение Неймана для матрицы плотности.
5. Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
6. Основные методы численного интегрирования.
7. Вычислительные шаблоны, применяемые для решения волнового уравнения (уравнений гиперболического типа).
8. Методы решения задачи Коши.
9. Сформулировать общие свойства стационарных энергетических состояний кристалла, базирующиеся на его трансляционной симметрии.
10. Сформулировать основные приближения одноэлектронной теории и объяснить их суть.
11. Описать основные принципы приближений почти свободных электронов и сильной связи. Для описания электронных свойств каких металлов и почему применимы данные приближения.
12. Обосновать связь типов твердых тел (металлы, полуметаллы, полупроводники, диэлектрики) с их зонной структурой.
13. Как сказывается размерность системы на фоновом спектре одноатомных и многоатомных кристаллов?
14. Сформулировать основные эффекты влияния дефектов структуры на спектр элементарных возбуждений в твердых телах.

### **Физико-химия наноструктурированных и низкоразмерных материалов.**

1. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах: роль объема и поверхности – гравитационные и электростатические взаимодействия. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия.
2. Формальная термодинамика малых систем (нанотермодинамика Т.Л. Хилла) – фундаментальные выражения термодинамики малых систем.
3. Эффект лотоса. Факторы влияющие на гидрофобность поверхности. Модель Венцеля. Модель Касси. Применение эффекта лотоса.
4. Классическая теория зародышеобразования. Степень пересыщения. Кинетический контроль кристаллообразования. Влияние величины степени пересыщения на механизм нуклеации. Закон Веймарна. Созревание Оствальда.
5. Гетерогенное зародышеобразование. Особенности роста кристаллических частиц. Равновесная форма и поверхностное натяжение твердых фаз. Закон Вульфа. Механизмы роста плёнок.
6. Основные понятия теории адсорбции. Динамический характер адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Процесс адсорбции в порах. Изотерма

адсорбции. Типы изотерм адсорбции по классификации IUPAC. Теория адсорбции Лэнгмюра. Теория адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера.

7. Удельная поверхность, размер частиц и пор. Концепция эквивалентные сферы. Связь между различными эквивалентными размерами. Коэффициенты формы. Удельная поверхность материала из монодисперсных сфер и материала из сфер разного размера. Связь между размером частиц и размером пор.

8. Общие подходы к моделированию нанодисперсных систем: мозаики Вороного-Делоне; решеточные модели и теория перколяции (задача узлов и задача связей); фрактальная геометрия - фрактальная размерность, измерение фрактальной размерности (методы малоуглового рассеивания (МУР) рентгеновских лучей и нейтронов); модель хаотично расположенных сфер (и хаотично расположенных полостей).

9. Графен. Структура, способы получения и особенности механических, электронных и оптических свойств.

10. Химические производные графена: гидрирование и фторирование графена, взаимодействие графена с органическими реагентами. Возможные применения химических производных графена.

11. Плёнки Лэнгмюра-Блоджетт: способ получения, типы пленок, структура и особенности физико-химических свойств.

12. Наночастицы. Методы синтеза. Структура и свойства металлических наночастиц. Полупроводниковые квантовые точки. Их оптические и электрические свойства.

13. Углеродные и неуглеродные нанотрубки: методы получения, структура, их механические и электрические свойства. Возможные применения углеродных и неуглеродных нанотрубок.

## **Физическое материаловедение.**

1. Типы связей между частицами твердых тел.

2. Характеристики прочности и твердости конструкционных материалов.

3. Методы цементации и азотирования стали.

4. Структура и свойства конструкционных пластмасс.

5. Механические и триботехнические свойства конструкционных материалов.

6. Диаграммы состояния двойных сплавов.

7. Элементы симметрии кристаллических многогранников и их взаимодействие. Сингонии и классы симметрии (точечные группы).

8. Характерные признаки и виды плотнейших упаковок атомов в кристаллических структурах. Атомные и ионные радиусы.

9. Дифракционные методы исследования кристаллов (рентгено-, электро-, нейтронография). Закон Вульфа — Брэгга.

## **Материалы, методы и синтез наносистем.**

1. Характеристика основных видов наноматериалов.
2. Структура полимерных и углеродных наноматериалов.
3. Размерные эффекты в наноматериалах.
4. Основные технологии (методы) получения наноматериалов.
5. Методы консолидации наноматериалов.
6. Методы получения полимерных нанокомпозитов.
7. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Молекулярно-лучевая эпитаксия, лазерная абляция.
8. Производство, применение и свойства нанопорошков .
9. Методы химической гомогенизации. Золь-гель- и темплатные методы.
10. Ионно-плазменное напыление. Методы конденсация ионной бомбардировкой и магнетронное напыление.
11. Нелинейность, крип и гистерезис пьезокерамики, применяемой в сканирующих элементах зондовых микроскопов.
12. Пружинные и рычажные редукторы перемещений в сканирующих зондовых микроскопах: конструкция и принцип работы.
13. Атомно-силовая микроскопия. Контактные методы исследования в атомно-силовой микроскопии.
14. Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов: свойства, конструкции, применение.
15. Ионная имплантация. Формирование поверхностной радиационно-стимулированной структуры.
16. Облучение пучками электронов. Массоперенос при радиационном воздействии.
17. Амортизация поверхности при воздействии концентрированных пучков энергии.
18. Радиационно-стимулированное фазообразование поверхностных структур.

### 3. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.Ковшов А.Н. Основы нанотехнологии в технике.: учеб. пособие для ВУЗов.-М.: Академия, 2009.-236 с.
- 2.Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие/ Рыжанков Д.И., Левина В.В., Джужури Э.Л.- М.: БИНОМ Лаб. знаний, 2010.-365с.
- 3.Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник-монография/ под ред. Р. Келсалла; пер. с англ. А.Д. Калашникова. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 527с.
- 4.Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под ред. Л. Н. Патрикеева. -2-е изд.-М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.- 431 с.
- 5.Гутер Р. С., Овчинский Б. В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. — М.: Наука, 1970.
- 6.Кунин С. Вычислительная физика: Пер. с англ. — М.: Мир, 1992.
- 7.Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие/ Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. -2-е изд.. -М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.-365 с.
- 8.Родунер, Эмиль Размерные эффекты в наноматериалах / Э. Родунер; пер. с англ. А.В. Хачояна; под ред. Р.А. Андриевского. – М.: Техносфера, 2010. – 350 с.
- 9.Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов – М.: КомКнига, 2006.-186 с.
- 10.Наноструктурные покрытия / под ред. А. Кавалейро, Д. де Хоссона; пер. с англ. А. В. Хачояна под ред. Р. А. Андриевского. - М.: Техносфера, 2010. - 750 с.
- 11.Берлин, Евгений Владимирович. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. - М.: Техносфера, 2010. - 527 с.
- 12.Калистратова Л.Ф. Основы физики твёрдого тела: конспект лекций. / Л.Ф. Калистратова и др. // – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. – 66 с.
- 13.Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия : учеб. пособие для вузов по специальности ВПО 020101.65 "Химия"/. -М.: Юрайт: ИД Юрайт 2010.-555с.
- Шаскольская М.П. Кристаллография.- М.: Высшая школа,1984,-376с.
- 14.Физические и химические основы нанотехнологий / Н.Г. Рамбиди, А.В. Березкин. – М.: Физматлит, 2009. – 454 с.
- 15.Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов / В.Б. Фенелонов. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. – 414 с.

#### **Дополнительная литература**

- 1.Бизнес-план: обоснование решений : Учеб. пособие/ В. В. Коссов. -2-е изд., испр. и доп.. -М.: ГУ ВШЭ, 2002.-269

2. Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов по направлению "Нанотехнологии"/ Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина, В. В. Лучинина.-2-е изд., доп.-М.: Техносфера, 2006.-334 с.
3. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн; под ред. В.П. Зломанова. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 400 с.
4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 134 с.
5. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год: сб. / Под ред. д-ра техн. наук, проф. П. П. Мальцева. — М.: Техносфера, 2008. — 430

Руководитель ООП

В.И. Суриков

Зав. каф. Физики



подразделение, должность

подпись

дата

инициалы, фамилия

**Согласовано**

Декан ФЭОиМ



подразделение, должность

подпись

дата

Д.В. Постников

инициалы, фамилия