

## Экзаменационные билеты по курсу «Микро и нанотехнологии»

### Билет 1. Квантовое поведение носителей заряда

Корпускулярно-волновой дуализм; Уравнения де Бройля; Соотношение неопределенностей; Волновая функция; Уравнение Шрёдингера; Электронная оболочка; Квантовые числа; Принцип Паули; Туннельный эффект.

### Билет 2. Энергетические уровни носителей заряда: от атома до материала

Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали; НОМО и LUMO; Образование энергетических зон; Уровень Ферми; Зонная структура проводника, полупроводника, диэлектрика; Спектры оптического поглощения; Примесные полупроводники; Примесные зоны; Наклон зон в электрическом поле.

### Билет 3. Методы получения обособленных наночастиц и их пассивация

Кластеры и наночастицы; Методы получения наночастиц: Лазерная абляция, Импульсные лазерные методы, Высокочастотный индукционный нагрев, Термолиз, Электровзрыв проводника, Газовая атомизация, Химические методы; Изоляция наночастиц, ПАВ.

### Билет 4. Свойства обособленных наночастиц

Химическая реакционная способность, Магнитные свойства, Температурные свойства, Оптические свойства, Бактерицидные свойства.

### Билет 5. Оптическая микроскопия нанообъектов

Оптический микроскоп, Конфокальный микроскоп, Флуоресцентная микроскопия, Двухфотонный лазерный микроскоп, Фазово-контрастная микроскопия, Дифференциальная интерференционно-контрастная микроскопия, Метод рассеяния света, Метод динамического рассеяния света.

### Билет 6. Электронная и рентгеновская микроскопия нанообъектов

Электронный микроскоп, Растровый электронный микроскоп, Нейтронный микроскоп, Фотоэлектронная спектроскопия ЭСХА, Метод дифракции рентгеновских лучей, Рентгеновский микроскоп, Лазерный рентгеновский микроскоп, Вигглер.

### Билет 7. Сканирующие микроскопии

СТМ, АСМ, Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля, Кельвин-Зондовая Силовая Микроскопия.

### Билет 8. Оценка параметров наночастиц спектроскопическими методами

Оптическая и инфракрасная спектроскопия, Электронный и ядерный парамагнитный резонансы, Масс-спектрометрия, Хроматография, Фракционирование наночастиц, Электрофорез, Ультразвуковая спектроскопия.

### Билет 9. Углеродные нанотрубки

Методы синтеза: метод лазерного испарения, электродуговой метод, высокотемпературное воздействие на сажу, каталитический пиролиз, электролитический синтез;

Применения: добавление в композиты, диоды, полевые транзисторы, датчики веществ, ДНК-анализатор, дисплеи, нанопровода, суперконденсатор, топливный элемент, алмазная память для компьютеров, восстановление костей.

#### Билет 10. Фуллерены, графен и нановолокна

Методы синтеза ФУЛЛЕРЕНОВ: лазерное облучение графита, электродуговой метод, сжигание углеводородов;

Применения: полупроводники, фуллериты, минеральные смазки, получение искусственных алмазов.

Методы синтеза ГРАФЕНА: механическое расщепление, химический метод получения из микрокристаллов, электрохимическое отшелушивание, радиочастотное плазмохимическое осаждение из газовой фазы, рост при высоком давлении и температуре, метод ионной имплантации; Создание графеновых электрических схем; Применения: нанокompозиты, графеновый аккумулятор, графеновый туннельный транзистор, гигагерцовый генератор.

НАНОВОЛОКНА: методы синтеза и потенциальные применения;

#### Билет 11. Нанокompозиты

Методы синтеза: Компактирование, Спинингование, Газовая атомизация, Гальванический способ, Слоистые материалы, Наноструктурированные стёкла, Наноструктурированные кристаллы и растворы, Паутина из нанотрубок;

Свойства наноматериалов: Механические, Электрические, Оптические, Магнитные.

#### Билет 12. Методы литографии для формирования наноразмерных структур

Квантовые ямы, проволоки и точки; Путь "сверху вниз" и "снизу вверх";

Виды литографии: фотолитография, рентгеновская, электронно-лучевая, ультрафиолетовая, ионно-лучевая, импринт-литография, иммерсионная;

Травление: Химическое травление, Электро-химическое, Ионное, Ионно-химическое, Плазмохимическое травление, Лазерно-стимулированное;

#### Билет 13. Методы создания тонких плёнок

Квантовые ямы, проволоки и точки; Путь "сверху вниз" и "снизу вверх";

Способы роста тонких пленок: Послойный рост, Островковый, Рост Странски-Крастанова;

Методы создания тонких пленок: Химическое осаждение из газовой фазы, Плазмохимическое осаждение из газовой фазы, Термическое распыление, Магнетронное распыление, катодно-дуговое осаждение, Ионно-плазменное распыление, Ионно-лучевое плакирование, Ионно-лучевое осаждение, Ионная имплантация, Лазерная обработка поверхности, Молекулярная лучевая эпитаксия, Технология Ленгмюра - Блоджетт, Самосборка, Микроэлектромеханические системы.

#### Билет 14. Устройство и способы создания транзисторов

История микроэлектроники; Биполярный, полевой и FitFet транзисторы; Методы создания p-n переходов, Получение подложек в технологии КНИ: Эпитаксиальный метод, Метод ионного внедрения, Метод сращивания пластин, Метод управляемого скола; Литография в КНИ.

#### Билет 15. Печатная электроника, Органоэлектроника

Глубокая печать, флексографская печать, офсетная печать, плоская трафаретная печать, ротационная трафаретная печать, струйная печать, лазерная абляция; Органоэлектроника.