

Список вопросов к экзамену по курсу «Наноэлектроника», 2016 год.

1. Стратегические задачи и тенденции развития современной полупроводниковой электроники. Понятие нанотехнологий. Закон Мура. ITRS. Проблемы и пределы миниатюризации.
2. Технологии микроэлектронного производства в применении к нанообъектам. Фотолитография. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазное осаждение. Атомно-слоевое осаждение. Наноимпринтинг. Способы формирования наноплёнок. Напряжённые полупроводниковые плёнки.
3. Наноструктурированные материалы, получаемые самосборкой и самоупорядочением. Синергетика. Островковый рост нанокластеров.
4. Зондовая микроскопия как базовый метод исследования и управления нанообъектами. Принципы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии. Зондовая литография. Локальная глубинная модификация поверхности. Локальное анодное окисление.
5. Получение наночастиц с помощью золь-гель технологий и методами лазерной абляции. Получение, свойства и применение наночастиц вида «ядро-оболочка».
6. Электрон в потенциальной яме. Квантовое ограничение носителей заряда. Свойства структур с пониженной размерностью. Магические числа для нанокластеров. Квантовые размерные эффекты в нанокремнии. Получение, свойства и применение наночастиц и квантовых проволок кремния.
7. Баллистический транспорт носителей заряда. Основные понятия. «Квант проводимости». Туннелирование электронов через потенциальный барьер: описание квантовых эффектов. Квантовый колодец. Двумерный электронный газ. Модуляционно-легированные структуры.
8. Принцип функционирования и проблемы миниатюризации полевого транзистора. Особенности конструкции короткоканальных полевых транзисторов. Технологии LDD, SOI, High-k, SON, FinFET. Полевые транзисторы с гетеропереходом: структура и особенности функционирования. Принципы работы баллистического транзистора.
9. Классификация углеродных наноматериалов. Методы получения нанотрубок и фуллеренов, их свойства. Способы получения и электронные свойства графена. Нанотранзисторы на основе углеродных нанотрубок и графена: конструкция и особенности функционирования.
10. Одноэлектроника. Принцип работы одноэлектронного транзистора (SET). Схемы логических элементов на SET. Конструкция кремниевого SET. SET на

геретоструктурах. Одноэлектронный металлический и графеновый транзистор. Реализация элементов памяти на SET.

11. Спинтроника: основные понятия. Спиновые волны. Магнон. Приборы на магнитостатических волнах. Спиновый клапан. Эффекты гигантского магнетосопротивления и туннельного магнетосопротивления: идея и варианты практической реализации. Магнитная резистивная память. Мультиферроики: свойства и варианты практического применения. Спиновый нанотранзистор.
12. Молекулярная электроника. Молекула как новый шаг миниатюризации в нанoeлектронике. Органические проводники и полупроводники: их электрические и оптические свойства. Металлоорганические комплексы. Пример полиацетилена: солитонный механизм проводимости. Прыжковая проводимость и перенос заряда. Измерение проводимости отдельной молекулы.
13. Органические полевые транзисторы. Реализация логических элементов и устройств хранения информации на молекулярных структурах.
14. Дiode на молекулярной цепочке. Синглетные и триплетные состояния молекулы. Флуоресценция и фосфоресценция. Органические светоизлучающие диоды: устройство и состав. Светодиодные матрицы. Органические фотоэлементы.
15. Супрамолекулы, дендриты, мицеллы – возможности использования. Органические молекулярные сенсоры. Биосенсоры. Биологические наноструктуры.
16. Плёнки Ленгмюра-Блоджетт: получение, свойства, применение.
17. Оптические эффекты в фотонных кристаллах. Моделирование распространения электромагнитной волны в фотонном кристалле. Способы синтеза фотонных кристаллов. Природные фотонные кристаллы. Перспективы применения фотонных кристаллов.
18. Взаимодействие электромагнитной волны с наноструктурами. Оптические метаматериалы: объяснение уникальности оптических свойств. Способы синтеза метаматериалов, перспективы их использования.
19. Оптическая наноскопия. Критерий Релея. Функция рассеяния точки. Флуоресцентная микроскопия. Конфокальная микроскопия, 4-л микроскопия, микроскопы STED, PALM, STORM и SNOM.
20. Принципы квантовой теории информации. Кубит. Параллельные вычисления. Квантовый компьютер: теория функционирования и практическая реализация. Пример формулировки задачи для квантовых вычислений.