



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора университета

С.И. Дворецкий

« 17 » марта 2014 г.

Вводится в действие с

« 31 » марта 2014 г.



ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине

Направление 28.06.01 Нанотехнологии и наноматериалы

(Специальность 05.16.08 Нанотехнологии и наноматериалы)

Форма обучения:

Очная, заочная

Составитель:


кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»

д.т.н., профессор Ткачев Алексей Григорьевич

Тамбов 2014

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления подготовки и
аттестации кадров высшей
квалификации ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

 Е.И. Муратова
« 13 » марта 2014 г.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по направлению 28.06.01
Нанотехнологии и наноматериалы разработана в соответствии с
требованиями к уровню освоения выпускниками основных образовательных
программ высшего профессионального образования (специалитет,
магистратура) профессионального цикла дисциплин по направлению
Нанотехнологии и наноматериалы.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Научно-технического
совета университета протокол № 1 от « 13 » марта 2013 г.

Зам председателя Научно-технического
совета университета

 М.Н. Краснянский

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

1. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

1. Принцип неопределенности.
2. Принцип суперпозиции.
3. Чистые, смешанные и запутанные состояния.
4. Волновая функция и матрица плотности.
5. Уравнение Шредингера.
6. Общие свойства гармонического осциллятора.
7. Туннельный эффект.
8. Движение в центрально-симметричном поле.
9. Спин.
10. Принцип тождественности одинаковых частиц.
11. Атом и периодическая система элементов Менделеева.
12. Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
13. Бозе-конденсация и сверхтекучесть.
14. Квантование электромагнитного поля.
15. Взаимодействие квантовых систем с классическим окружением.
16. Квантовый компьютер и квантовые вычисления.

2. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

1. Симметрия и структура кристаллов.
2. Обратная решетка.
3. Уравнение Шредингера в периодическом потенциале.
4. Блоховская волновая функция.
5. Энергетические зоны.
6. Классификация кристаллов на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
7. Носители заряда в полупроводниках и металлах, модель газа свободных и независимых электронов.
8. Кинетические процессы в электронном газе.
9. Плазменные колебания и плазмоны.
10. Скин-эффект.
11. Квантовый электронный газ.
12. Энергия и поверхность Ферми.
13. Эффективная масса носителей заряда.
14. Дырки - носители заряда в валентной зоне полупроводников.
15. Колебания кристаллической решетки и фононы.
16. Теплоемкость решетки.
17. Тепловое расширение и теплопроводность.
18. Локальное поле и диэлектрическая проницаемость.
19. Механизмы поляризуемости кристаллов.
20. Оптические свойства ионных кристаллов.
21. Парамагнетики и диамагнетики.
22. Ферромагнетики и антиферромагнетики.
23. Концепция квазичастиц.
24. Фазовые переходы и дальний порядок.
25. Классические и квантовые жидкости.
26. Сверхпроводимость и эффект Мейсснера.
27. Сверхпроводники I и II рода.
28. Теория Гинзбурга-Ландау.
29. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах.

30. Механизмы диффузии.

3. ФИЗИКА НАНОСИСТЕМ

1. Кристаллофизика наносистем.
2. Наноструктуры и методы их симметричного описания.
3. Квантовые размерные эффекты, масштабирование.
4. Энергетический спектр электронов в квантово-размерных структурах: квантовые точки, ямы, нити, сверхрешетки.
5. Распределение и транспорт носителей заряда в квантово-размерных структурах.
6. Квантовый эффект Холла.
7. Оптические свойства квантово-размерных структур.
8. Магнитные свойства нанослоевых композиций и фрактально-кластерных структур.
9. Физика процессов переноса в неупорядоченных системах.
10. Кооперативно-синергетические процессы переноса энергии и зарядов в конденсированных средах.

4. ХИМИЯ НАНОСИСТЕМ

1. Физическая химия поверхности твердого тела.
2. Энергетическая структура поверхности.
3. Термодинамика поверхности.
4. Кинетические процессы на поверхности: адсорбция, десорбция, смачивание, зародышеобразование.
5. Физическая химия наноструктурированных материалов.
6. Малые ансамбли молекул, межмолекулярные взаимодействия.
7. Размерные и функциональные свойства наночастиц.
8. Термодинамика и кинетика межфазных границ.
9. Кластерообразование.
10. Мицеллообразование.
11. Полимеризация. Матричный синтез. Самоорганизация.
12. Наноматериалы: золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены и фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки, полимеры, сверхрешетки.
13. Модели электропроводности, теплопроводности и механических свойств наносистем.
14. Связь между физико-химической природой и специальными свойствами наноматериалов: биосовместимость, селективность, энергоемкость, память.
15. Нанохимические компоненты: катализаторы и сорбенты.

5. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОСИСТЕМ

1. Основы кристаллофизики наноматериалов.
2. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов.
3. Методы получения наноматериалов.
4. Синтез нанодисперсных материалов.
5. Синтез наноструктурированных композитов.
6. Атомно-молекулярные нанослоевые технологии.
7. Нанозондовый локальный синтез и модификация.
8. Свойства наноматериалов: механические, теплофизические, физико-химические, электро-физические, оптические.
9. Критерии выбора и совместимости материалов: кристалло-химическая и термомеханическая совместимость.
10. Применение наноматериалов: конструкционные материалы для механических

конструкций, электрической и оптической коммутаций; функционально-активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации; адаптивные материалы.

6. ПРОЦЕССЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

1. Методы нанослоевого синтеза: атомно-молекулярная эпитаксия, молекулярная и химическая сборка, молекулярное наслаивание методом Ленгмюра-Блоджетт, полианионная молекулярная сборка, матричный синтез биоорганических веществ.
2. Методы синтеза наноструктурированных материалов: вакуумно-плазменный и химический синтез фуллереноподобных материалов, углеродных нанотрубок, многослойных нанокомпозитов.
3. Золь-гель технологии.
4. Синтез полимеров и полимерных композиций.
5. Методы сверхлокального нанесения, удаления и модифицирования вещества: корпускулярно-фотонные и электрохимические нанотехнологии, нанозондовый локальный синтез и удаление вещества, модифицирование поверхности.

7. МЕТОДЫ НАНОДИАГНОСТИКИ

1. Методы измерения и контроля наноразмеров и контроля нанокolicеств: интерферометрия, эллипсометрия, растровая электронная микроскопия, сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия, вторичная ионная масс-спектрометрия, Оже-спектрометрия, электронная спектроскопия для химического анализа, рентгено-спектральный микроанализ, электронный и ядерный парамагнитный резонанс, ИК-Фурье спектроскопия, хроматография, электрофорез.
2. Методы исследования структуры: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая электронная микроскопия, электронография, дифракция быстрых и медленных электронов, малоугловая дифракция, обратное рассеяние Резерфорда.
3. Атомно-зондовые методы анализа поверхности: контактные и бесконтактные методы, сверхлокальный контроль электрических и магнитных полей, измерение емкости и концентрации носителей заряда, адгезионных параметров.
4. Электрические методы контроля свойств наноструктур: токовая и емкостная спектроскопия.
5. Активная метрика процессов синтеза наноструктурированных материалов и нанослоевых композиций.
6. Микро- и наноаналитические системы.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Булыгина [и др.] – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2006. – 80 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>
2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 365 с. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <http://window.edu.ru>
3. Мищенко С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур / А.Г. Ткачев, И.В. Золотухин. – М.: Машиностроение-1, 2007. 316 с.
3. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию / Ю.И. Головин. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 112 с.

4. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: учебное пособие / Э.Г.Раков. – М.: Логос, 2006. – 376 с.
5. Ткачев А.Г. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления : учебное пособие / А.Г.Ткачев, И.Н.Шубин, А.И.Попов. – Тамбов : изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 132 с.
6. Фуллерены / Л.Н. Сидоров и др. – М.: Экзамен, 2005. – 688 с.
7. Золотухин, И.В. Новые направления материаловедения: Учеб. пособие ВГУ / И.В. Золотухин, Ю.Е. Калинин, О.В. Стогней. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 360 с.
8. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки: старение, свойства, применения / П.Н. Дьячков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.
9. Золотухин, И.К. Углеродные нанотрубки и нановолокна / И.К. Золотухин, Ю.Е. Калинин. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 228 с.
10. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику / Ю.В. Головин. – М.: Машиностроение, 2007. – 496 с.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2001. Т.3. – 315 с.
12. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики / Д.И. Блохинцев. – М.: Лань, 2004. – 672 с.
13. Елютин П.В., Кривченков В.Д. Квантовая механика / П.В. Елютин, В.Д. Кривченков. – М.: Физматлит, 2001. – 304 с.
14. Дьячков. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение - М., «Бином. Лаборатория знаний», 2006.
15. Ч. Пул, Ф.Оуэнс. Нанотехнологии - М., «Техносфера», 2004.

Дополнительная литература

1. Фок В.А. Начала квантовой механики / В.А. Фок.– М.: Наука, 1976. – 376 с.
2. Мессиа А. Квантовая механика / А. Мессиа.– М.: Наука, 1979. Т.2. – 584 с.
3. Л.Н.Добрецов, М.В.Гомоюнова. Эмиссионная электроника. М., Наука, 1966.
4. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел (под ред. Л.Фримэнса, Дж.Вэнника, В.Декейсера) М., Мир, 1981.
5. Д.Вудраф, Т.Делчар. Современные методы исследования поверхности. М., Мир, 1989.
6. Л.Фелдман, Д.Майер. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М., Мир, 1989.
7. Лазнева Э.Ф. Лазерная фотодесорбция. (Под ред.П.П.Конорова) Л.: Изд-во ЛГУ, 1990, 199 с.
8. The Molecular Dynamics of Liquid Crystals. Ed. G.R.Luckhurst, C.A.Veracini. Nato ASI Series. 2001.
9. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука. 1983.
10. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. М.: Наука, 1989.
11. Н.Ашкрофт, Н.Мемрин. Физика твердого тела. М., Мир, 1979.
12. З.Г.Пинскер. Динамическая теория рассеяния рентгеновских лучей на кристаллах. М., ИЛ, 1974.
13. Дж.Займан. Принципы теории твердого тела. Изд.второе, М., Мир. 1974.
27. К.Зигбан, К.Нордлинг и др. Электронная спектроскопия, М: Мир, 1971.
14. В.В.Немошkalенко, В.Г.Алешин, Теоретические основы рентгеновской эмиссионной спектроскопии, Киев, Наукова Думка, 1974.
15. В.В.Немошkalенко, В.Г.Алешин, Электронная спектроскопия кристаллов, Киев, Наукова Думка, 1976.
16. Э.З.Курмаев, В.М.Черкашенко, Л.Д.Финкелыптейн, Рентгеновские спектры твердых тел, М: Наука, 1988.
17. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел (под ред. Л.Фримэнса, Дж.Вэнника и В.Декейсера), М: Мир, 1981. ,
18. С.В.Вонсовский, М.И.Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. М., Наука, 1983.
19. Т.Мосс, Г.Баррел, Б.Эллис. Полупроводниковая оптоэлектроника. М., Наука, 1976.

20. P.G.de Gennes, J. Prost. The Physics of liquid crystals. Oxford Univ. Press. N.Y., 1993.

Информационные ресурсы

- "Издательство Лань. Электронно-библиотечная система" <http://e.lanbook.com>
- База данных информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>
- Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" <http://knigafund.ru>