

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский институт электронной техники (ТУ)» (МИЭТ)

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Нанoeлектроника»
(модуль 2.2)

Подготовлена в рамках проекта:

«Разработка и апробация программы опережающей профессиональной переподготовки и учебно-методического комплекса (УМК), ориентированных на инвестиционные проекты ГК «Роснанотех» в области производства конкурентоспособной продукции нанoeлектроники на основе наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и дискретных полупроводниковых приборов».

Заказчик: Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий» (ГК «Роснанотех»).

Распределение учебного времени:

Всего: 12 часов

Лекции – 12 часов

Томск – 2010

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Совета по образовательной программе «_____» _____ 2010 г.

Разработчик:

Профессор, д.ф.-м.н. В.К. Неволин

Координатор образовательной программы: _____ Н.Д. Малютин

Руководитель Совета образовательной программы:

Ректор ТУСУРа _____ Ю.А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с проектной компанией ООО «Субмикронные технологии» и ЗАО «НПФ «Микран».

Представитель ООО «Субмикронные технологии» _____

Представитель ЗАО НПФ «Микран» _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачами курса «Наноэлектроника» являются изложение основ наноэлектроники и проведение лабораторных работ на доступном уровне, учитывающем различную подготовленность слушателей, приобретение навыков работы на современном нанотехнологическом оборудовании.

Курс лекций и лабораторных работ имеет своей целью предоставить основы наноэлектроники, методы создания элементной базы наноэлектроники, используемые материалы, методы диагностики, получить начальные навыки работы на зондовых микроскопах, наблюдать в реальном масштабе времени технологические процессы, проводимые на нанотехнологическом комплексе.

В результате прослушивания курса и проведения лабораторных работ слушатели должны иметь представление об основах наноэлектроники, изучить и понять типовые инструкции пользователя микроскопов и готовность продемонстрировать свои возможности на учебном микроскопе “Nanoeducator”.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ, СОДЕРЖАНИЕ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ			
		ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	САМОСТ. РАБОТА СЛУШАТЕЛЕЙ
Тема 1. Основные понятия. Типы квантовых структур. Наноматериалы в электронике.	2	2			
Тема 2. Элементная база наноэлектроники на основе гетероструктур и квантовых проводов	2	2		4	2
Тема 3. Углеродная наноэлектроника	2	2		4	2
Тема 4. Методы формирования наноструктур: гетерогенные процессы, пучковые методы нанолитографии	2	2		4	4
Тема 5. Методы зондовой нанотехноло-	2	2		4	4

гии					
Тема 6. Методы диагностики и анализа наносистем	2	2		4	4
ВСЕГО:	48	12		20	16

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ			
	№ п/п	СОДЕРЖАНИЕ	ВРЕМЯ (час)	
			АУДИТОРНОЕ	СРС
Тема 2.	1	Изучение атомно-силовых режимов на учебном микроскопе Nanoeducator.	4	
Тема 3.	2	Изучение силовой литографии на учебном микроскопе Nanoeducator.	4	2
Тема 4.	3	Демонстрационная работа на нанотехнологическом комплексе «Нанофаб». Формирование полосковых устройств ионным пучком.	4	2
Тема 5.	4	Оборудование для производства наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем на арсениде галлия.	4	2
Тема 6.	5	Демонстрационная работа на сканирующем зондовом микроскопе Solver Pro. Локальное зондовое окисление, формирование наноструктур.	3	
		<i>Мероприятия текущего контроля</i> Прием лабораторных работ	1	
ВСЕГО:			20	8

4. АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Аудиторный практикум - не предусмотрен.

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СЛУШАТЕЛЕЙ

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	домашнее задание (дз), расчетно-графическая работа (РГР)		
	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	ВРЕМЯ (час)	
		КОНСУЛЬТАЦИИ	СРС
Тема 2.	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторному практикуму.		2
Тема 3.	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторному практикуму.		2
Тема 4.	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторному практикуму.		4
Тема 5.	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторному практикуму.		4
Тема 6.	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторному практикуму.		4
ВСЕГО:			16

6. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА, КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА, КУРСОВОЙ РАБОТЫ - НЕ ПРЕДУСМОТРЕНО

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. **Щука Ф.Ф.** Наноэлектроника. М.: Физматкнига. 2007. 463с.
2. **Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А.** Основы наноэлектроники. Новосибирск. Изд-во НГТУ. 331 с.
3. **Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А.** Физика квантовых низкоразмерных структур. М.: Логос. 2000. 247с.
4. **Неволин В.К.** Зондовые нанотехнологии в электронике. М. Техносфера. 2006. 159с.

Дополнительная литература:

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004. 327с.

8. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ, СОДЕРЖАНИЕ	ВИДЕОМАТЕРИАЛЫ ^{*)}
Тема 1. Основные понятия. Типы квантовых структур. Наноматериалы в электронике.	Слайд-фильм
Тема 2. Элементная база нанoeлектроники на основе гетероструктур и квантовых проводов	Слайд-фильм
Тема 3. Углеродная нанoeлектроника	Анимационный фильм, 3 минуты
Тема 5. Методы зондовой нанотехнологии	Анимационный фильм, 3 минуты
Тема 6. Методы диагностики и анализа наносистем	Анимационный фильм, 3 минуты

*) все видеофильмы с трехмерной анимацией

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения дисциплины имеется 5 учебных микроскопов Nanoeducator и 4 профессиональных зондовых микроскопов серии Solver, которые позволяют провести учебные и демонстрационные лабораторные работы по зондовым нанотехнологиям. Имеется отечественный нанотехнологический комплекс «Нанофаб», на котором методами молекулярно-пучковой эпитаксии выращиваются гетероструктуры GaN, проводится ионно-пучковая литография с характерными размерами дорожек 50 нм, проводится сверхвысоковакуумная атомно-силовая микроскопия. На НТК «Нанофаб» проводятся демонстрационные лабораторные работы.