

Ю.В. Мартыненко, А.А. Сковорода

ПЛАЗМЕННАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Учебное пособие

ЧАСТЬ 1

**Москва
Российский университет дружбы народов
2010**

ББК 22
М 29

У т в е р ж д е н о
*РИС Ученого совета
Российского университета
дружбы народов*

Рецензент –
доктор физико-математических наук,
профессор *В.С. Лисица*

Мартыненко Ю.В., Сковорода А.А.
М 29 Плазменная нанотехнология: Учеб. пособие. Ч. 1. –
М.: РУДН, 2010. – 111 с.

ISBN 978-5-209-03528-2

Пособие «Плазменная нанотехнология. Часть 1» предназначено для студентов старших курсов и преподавателей негуманитарных факультетов РУДН, интересующихся тенденциями современной научно-технологической революции. Это пособие послужит необходимым ориентиром студентам-физикам шестых курсов, слушающих и сдающих экзамен по новому спецкурсу «Плазменная нанотехнология» в рамках магистерской программы «Прикладная физика и физическая информатика».

Подготовлено на кафедре экспериментальной физики факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

ISBN 978-5-209-03528-2

ББК 22

© Мартыненко Ю.В., Сковорода А.А., 2010
© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

В названии «плазменная нанотехнология» мы встречаем три существенных для нас термина – плазма, нано и технология. Определимся сначала с первым и последним понятием. Энциклопедический словарь определяет технологию (от греч. *techne* – искусство, мастерство, умение + *logos* – наука) как совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния (свойств, формы) первоначального сырья в процессе производства конечной продукции. Задача технологии – использование законов природы на благо человека. Нам давно известны технологии машиностроения, технологии химической очистки воды, информационные технологии и т.д. Видно, что технологии в основе своей различаются природой используемого материала. В этой связи появление термина «плазма» отвечает этой традиции.

Всем известен современный слоган "высокие технологии". Эти технологии ассоциируются у нас с микроэлектроникой, компьютерами, мобильной связью, биологией, медициной и др. Связаны они, как правило, с удивительно маленькими размерами устройств. Мы живём в век новой научно-технологической революции, характеризующейся стремительным уменьшением размера устройств. В соответствии с официальным глоссарием Государственной корпорации «Роснано» **нанотехнология** определяется следующим образом. Это совокупность технологических методов и приёмов, используемых при изучении, проектировании, производстве и применении структур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, интеграции и взаимодействия составляющих их отдельных наномасштабных элементов (с характерными размерами порядка 100 нм и меньше), наличие которых определяет ключевые характеристики и свойства получаемых продуктов. Объектами нанотехнологий могут быть как непосредственно низкоразмерные объекты – наноэлементы с вышеуказанными размерами как минимум по одному измерению (наночастицы, нанопорошки, нанотрубки, нановолокна, наноплёнки, нанопоры), так и макроскопические объекты (объёмные материалы, отдельные элементы устройств и систем), структура которых контролируемо создается с разрешением на уровне отдельных наноэлементов. При этом под устройствами или системами, изготовленными с использова-

нием нанотехнологий, понимаются таковые, в которых как минимум один компонент является объектом нанотехнологий (т.е. существует как минимум одна стадия технологического процесса, результатом которой является объект нанотехнологий).

В диапазон размеров, отведённый нанотехнологиям, попадают не только физические и химические объекты (атомы, молекулы, плазма, кластеры частиц, неорганические и органические соединения атомов), но и сугубо биологические (белки, вирусы, ДНК, человек). Это отражает современный этап конвергенции наноразмерных физико-химических, биологических, информационных и когнитивных (науки о человеке) наук и технологий (НБИК). В нашем курсе мы стараемся следовать этим современным тенденциям и давать информацию по всем компонентам НБИК с единых физических позиций. Это привело к определённым особенностям выбора в нашем пособии тем, играющих важную роль в плазменных нанотехнологиях.

В первую часть пособия вошли следующие темы: предмет плазменной нанотехнологии; источники плазмы и пучков заряженных частиц; диагностика в плазменной нанотехнологии; углеродные структуры; распыление; пористость; плазменная медицина.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Предисловие..... | 3 |
| Тема 1. Предмет плазменной нанотехнологии..... | 5 |
| Тема 2. Источники плазмы и пучков заряженных частиц..... | 15 |
| Тема 3. Диагностика в плазменной нанотехнологии..... | 32 |
| Тема 4. Углеродные структуры..... | 53 |
| Тема 5. Распыление..... | 67 |
| Тема 6. Пористость..... | 83 |
| Тема 7. Плазменная медицина..... | 99 |
| Описание и программа курса «Плазменная нанотехнология».. | 108 |