

НАНОТЕХНОЛОГИИ

АЗБУКА ДЛЯ ВСЕХ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
АКАДЕМИКА РАН
Ю. Д. ТРЕТЬЯКОВА



МОСКВА
«ФИЗМАТЛИТ»®

2009

УДК 501
ББК 20
Н25

Авторский коллектив:

Н. С. Абрамчук, Н. С. Авдошенко, А. Н. Баранов, А. Е. Баранчиков, О. В. Бойцова, И. А. Большаков,
О. А. Брылев, А. С. Ванецев, А. В. Васильев, Р. Б. Васильев, А. Г. Вересов, А. С. Вячеславов,
А. В. Гаршев, А. В. Григорьева, Е. А. Гудилин, С. Н. Дедюлин, С. Г. Дорофеев, А. В. Дунаев,
А. А. Елисеев, Е. А. Еремина, Д. Д. Зайцев, К. О. Знаменков, Д. М. Иткис, П. Е. Казин, Е. А. Киселева,
С. О. Климонский, А. В. Кнотько, М. Г. Козлова, И. В. Колесник, И. Е. Корсаков, А. В. Кузнецов,
О. Н. Литвиненко, А. В. Лукашин, А. М. Макаревич, Ю. Г. Метлин, В. А. Мурашов, К. С. Напольский,
Н. С. Овчинникова, Н. А. Пичугин, О. С. Полежаева, Е. А. Померанцева, В. А. Притужалов,
В. И. Путляев, Н. А. Саполетова, Т. В. Сафронова, А. С. Синицкий, П. С. Соколов, Ю. Д. Третьяков,
Л. А. Трусов, А. А. Федорова, Д. О. Чаркин, А. Е. Чеканова, М. В. Чернышева, Б. Р. Чурагулов,
А. С. Шаповрев

Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю. Д. Третьякова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. —
2-е изд., испр. и доп. — 368 с. — ISBN 978-5-9221-1048-8.

Эта книга адресована широкому кругу читателей, начиная со школьников и домохозяек и заканчивая научными сотрудниками и кабинетом министров РФ, желающих ознакомиться с современными тенденциями и разобраться в значении модного сегодня слова «нанотехнология». В этой книге авторы постарались наиболее просто изложить сложные даже для ученых термины и понятия, наиболее часто встречающиеся в СМИ и научной литературе.

Концепция книги: акад. Ю. Д. Третьяков

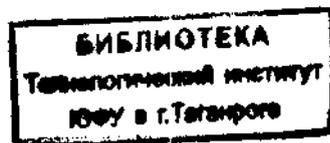
Подбор терминов: акад. Ю. Д. Третьяков, А. А. Елисеев, А. В. Лукашин

Ведущие редакторы: А. А. Елисеев, Е. А. Гудилин, Е. А. Киселева, А. В. Лукашин, Е. А. Померанцева

Редакторы: Ю. Г. Метлин, Е. А. Еремина, Д. М. Иткис, А. В. Лукашин

Подготовка графического материала: А. А. Елисеев, Е. А. Киселева, И. В. Колесник, Е. А. Гудилин,
Н. С. Овчинникова

523.436



ISBN 978-5-9221-1048-8

© ФИЗМАТЛИТ, 2008, 2009

© Коллектив авторов, 2008, 2009

© Оформление обложки, компания Микромаш, 2007

Оглавление

Обращение ректора МГУ им. М.В. Ломоносова	4
Предисловие главного редактора	6
Введение	9

А

АМФИФИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (Amphiphilic compounds)	29
АТОМНО-СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ (АСМ) (Atomic force microscopy, AFM)	31

Б

БИОМАТЕРИАЛЫ (Biomaterials)	34
БИОМИМЕТИКА (Biomimetics)	36
БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ (Bionanotechnology)	39
БЛОК-СОПОЛИМЕРЫ (Block-copolymers)	41

В

ВИРУСЫ (Viruses)	44
ВОЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ (Military nanotechnology)	46

Г

ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ (Heterostructures)	49
ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ (Hybrid nanomaterials)	51
ГРАФЕН (Graphene)	53

Д

ДЕМОН МАКСВЕЛЛА (Maxwell demon)	56
ДЕНДРИМЕРЫ (Dendrimers)	59
ДИССИПАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ (Dissipative structures)	62

Е

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ (Units of measurement)	65
---	----

Ж

ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ (Liquid crystals)	67
ЖУРНАЛЫ ПО НАНОТЕХНОЛОГИЯМ (Journals on nanotechnology)	71

З

ЗАКОН МУРА (Moore's law)	73
ЗАКОН ХОЛЛА–ПЕТЧА. НАНОМЕХАНИКА (Nanomechanics)	75
ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЯ (Sol-gel technology)	77

И

ИНВЕСТИЦИИ В НАНОТЕХНОЛОГИИ (Investments in Nanotechnology)	79
ИНСТРУМЕНТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ (Nanotechnology instruments)	81
ИНТЕРНЕТ-САЙТЫ О НАНОТЕХНОЛОГИЯХ (Nano-Web)	83
ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДА «НАНОТЕХНОЛОГИИ — ШАГ В БУДУЩЕЕ!» (e-NANOΣ)	85

К

КАНТИЛЕВЕР	
(Cantilever)	87
КАТАЛИЗ	
(Catalysis)	89
КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ	
(Quantum effects)	92
КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ	
(Quantum computers)	95
КВАНТОВЫЕ НИТИ	
(Quantum wires)	97
КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ	
(Quantum dots)	99
КОЛЛОИДНЫЕ ЧАСТИЦЫ	
(colloid Nanoparticles)	102
КОСМИЧЕСКИЙ ЛИФТ	
(Space elevator)	105
КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РФ	
(Critical technologies)	107
КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ	
(Who is who in nanoscience)	110

Л

ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ	
(Laser Ablation)	114

М

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ	
(Interdisciplinary)	116
МЕЗОПОРИСТЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СИТА	
(Mesoporous molecular sieves)	119
МЕТАМАТЕРИАЛЫ	
(Metamaterials)	121
МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	
(Microelectromechanical systems)	124
МИЦЕЛЛЫ	
(Micelles)	128

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
(Molecular electronics)	130
МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВАЯ ЭПИТАКСИЯ	
(Molecular Beam Epitaxy)	132

Н

НАНОАКТИУАТОРЫ	
(Nanoactuators)	134
НАНОБАТАРЕЙКИ	
(Nanobattery)	137
НАНОБИЗНЕС	
(Nanobusiness)	141
НАНОВЕСЫ	
(Nanobalance)	143
НАНОВОЛОКНА	
(Nanofibres)	145
НАНОЖИДКОСТИ	
(Nanofluids)	147
НАНОИНДЕНТЕР	
(Nanoindenter)	149
НАНОИНДУСТРИЯ	
(Nanoindustry)	151
НАНОКАПСУЛЫ	
(Nanocapsules)	153
НАНОКЕРАМИКА	
(Nanoceramics)	155
НАНОКЛАСТЕРЫ	
(Nanoclusters)	157
НАНОКЛЕЙ	
(Nanoglue)	160
НАНОКОЛЬЦА	
(Nanorings)	162
НАНОКОМПОЗИТЫ	
(Nanocomposites)	164
НАНОКРИСТАЛЛЫ	
(Nanocrystals)	166
НАНОЛЕКАРСТВА	
(Nanodrugs)	168
НАНОЛИТОГРАФИЯ	
(Nanolithography)	170

НАНОМАТЕРИАЛЫ	
(Nanomaterials)	173
НАНОМАШИНЫ	
(Nanocars)	175
НАНОМЕДИЦИНА	
(Nanomedicine)	178
НАНОМЕМБРАНЫ	
(Nanomembrans)	181
НАНСМЕТР	
(Nanometer)	184
НАНОМЕТРОЛОГИЯ	
(Nanometrology)	186
НАНОМОДИФИКАТОРЫ	
(Nanomodifiers)	188
НАНОНИТИ/ВИСКЕРЫ	
(Nanowires/Whiskers)	191
НАНООБРАЗОВАНИЕ	
(Nanoeeducation)	193
НАНОПИНЦЕТ	
(Nanotweezer)	196
НАНОПОЛИРОВАНИЕ	
(Nanopolishing)	198
НАНОПОРОШКИ	
(Nanopowders)	200
НАНОРЕМЕШКИ	
(Nanobelts)	202
НАНОРОБОТЫ	
(Nanorobots)	204
НАНОСЕНСОРЫ	
(Nanosensors)	207
НАНОСТЕКЛО	
(Nanoglass)	209
НАНОСТЕРЖНИ	
(Nanorods)	211
НАНОСТРУКТУРЫ	
(Nanostructures)	214
НАНОСФЕРНАЯ ЛИТОГРАФИЯ	
(Nanospher Lithography)	217
НАНОТЕРМОМЕТР	
(Nanothermometer)	220

НАНОТЕХНОЛОГИИ	
(Nanotechnology)	222
НАНОТОКСИЧНОСТЬ	
(Nanotoxicity)	224
НАНОТРИБОЛОГИЯ	
(Nanotribology)	226
НАНОФАРМАКОЛОГИЯ	
(Nanopharmacology)	227
НАНОФИЗИКА	
(Nanophysics)	229
НАНОХИМИЯ	
(Nanochemistry)	230
НАНОЧАСТИЦЫ	
(Nanoparticles)	231
НАНОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	
(Nanoelectromechanical systems)	233
НАНОЭЛЕКТРОНИКА	
(Nanoelectronics)	236
НАНОЭМУЛЬСИИ	
(Nanoemulsions)	238
НАНОЭНЕРГЕТИКА	
(Nanoenergetics)	240
НЕУГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ	
(Nanotubes)	243

О

ОДНОСТЕННЫЕ НАНОТРУБКИ (ОСНТ)	
(Single Wall Nanotubes)	245
ОДНОЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНЗИСТОР	
(Single Electron Transistor)	247
ОПТИЧЕСКИЙ ПИНЦЕТ	
(Optical tweezers)	249

П

ПАТЕНТОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ	
(Patents In Nanotechnology)	251
ПЛАЗМОННЫЙ РЕЗОНАНС	
(Plasmon Resonance)	254

ПЛЕНКИ ЛЕНГМЮРА–БЛОДЖЕТТ	
(Langmuir–Blodgett films)	256
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (ПАВ)	
(Surface active compounds)	259
ПЬЕЗОДВИГАТЕЛИ	
(Piezomotors)	261

Р

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ	
(Size Effects)	263
РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ	
(ГК «РОСНАНОТЕХ»)	
(Russian Corporation of Nanotechnologies (RCNT))	264
РЫНОК НАНОПРОДУКТОВ	
(Nanomarket)	266

С

САМООРГАНИЗАЦИЯ	
(Self-Organization)	268
САМООРГАНИЗОВАННЫЕ МАССИВЫ	
(Superlattices)	272
САМОСБОРКА	
(Self-Assembly)	275
САМОСОБИРАЮЩИЕСЯ МОНОСЛОИ	
(Self-Assembled Monolayers)	278
СЕРАЯ СЛИЗЬ	
(Grey Goo)	280
СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ	
(Synchrotron Radiation)	282
СИСТЕМЫ НАНОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ	
(Nanopositioning systems)	284
СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ (СЗМ)	
(Scanning Probe Microscopy)	286
СКАНИРУЮЩАЯ ТУННЕЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ (СТМ)	
(Scanning Tunnel Microscopy)	289
СУПЕРПАРАМАГНЕТИЗМ	
(Superparamagnetism)	291
СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ	
(Supramolecular Chemistry)	293

Т

ТЕМПЛАТНЫЙ МЕТОД (Template Technique)	296
ТЕОРИЯ ОБОРВАННЫХ СВЯЗЕЙ (Surface Bond Contraction)	298
ТОНКИЕ ПЛЕНКИ (Thin films)	300
ТРАНЗИСТОР (Transistor)	302
ТУННЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ (Tunneling Effect)	305

У

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ (Carbon Nanotubes)	307
УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (Smart Materials)	310
УСТРОЙСТВА ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ (Information Storage Devices)	312

Ф

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА (Federal Target Program)	316
ФИП-НАНОЛИТОГРАФИЯ (FIB Nanolithography)	318
ФОТОНИКА (Photonics)	320
ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ (Photonic Crystals)	322
ФРАКТАЛЫ (Fractals)	324
ФУЛЛЕРЕНЫ (Fullerenes, Bucky-Balls)	327

Х

ХИРАЛЬНОСТЬ (Chirality)	330
----------------------------------	-----

Ц

ЦЕНТРЫ ПРЕВОСХОДСТВА (Centre of excellence)	332
ЦЕОЛИТЫ (Zeolites)	334

Ч

ЧТО ЧИТАТЬ О НАНОТЕХНОЛОГИЯХ (To Study Nanotechnology: Books)	336
--	-----

Ш

ШРЕДИНГЕРА УРАВНЕНИЕ (Schrödinger Equation)	338
--	-----

Щ

ЩЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ (ЗОННАЯ ТЕОРИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА) Band gap (Band theory of solids)	340
---	-----

Э

ЭКСИТОН (Exciton)	342
ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ (Electron Microscopy)	344
ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС (E-nose)	348
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЯЗЫК (E-tongue)	351

Ю

ЮНГА МОДУЛЬ (Young's Modulus)	353
--	-----

Я

ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС (Nuclear Magnetic Resonance)	355
--	-----