

Нанонаука и нанотехнологии

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры

Издательство
ЮНЕСКО

EOLSS
Издательство
EOLSS



Издательский Дом
МАГИСТР-ПРЕСС

НАНОНАУКА И НАНОТЕХНОЛОГИИ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ



Издание осуществлено при поддержке
Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств-
участников СНГ
при участии

Федерального агентства по делам Содружества Независимых Государств,
соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному
гуманитарному сотрудничеству (РОССОТРУДНИЧЕСТВО)

Комитета Государственной Думы РФ по науке и наукоемким технологиям
Постоянного представительства России при ЮНЕСКО

Бюро ЮНЕСКО в Москве

Московского государственного института радиотехники, электроники и
автоматики (технического университета) (МИРЭА)



Москва

2011

НАНОНАУКА И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Главные соредакторы:

Осама О. Аваделькарим (США),

Чунъли Бай (КНР),

С.П. Капица (Россия)

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры

Издательство
ЮНЕСКО

EOLSS

Издательство EOLSS



Издательский Дом
МАГИСТР-ПРЕСС

Международная комиссия по созданию энциклопедии

ЮНЕСКО/EOLSS «Нанонаука и нанотехнологии»

благодарит за поддержку издания энциклопедии **Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств-участников СНГ**, оказываемую в рамках Меморандума фонда и ЮНЕСКО о взаимопонимании (28 ноября 2008 года, Париж), предусматривающего совместные проекты в области музейного менеджмента, развития профессионально-технического и художественного образования в странах СНГ.

Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств-участников СНГ (МФГС) - межгосударственная некоммерческая организация, созданная в соответствии с Договором, подписанным главами правительств республик Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация, Республик Таджикистан и Узбекистан, а впоследствии Азербайджанская Республика. Высший орган Фонда - Правление, членами которого являются полномочные представители государств - его участников.

МФГС работает в тесном взаимодействии с Советом по гуманитарному сотрудничеству государств-участников СНГ (СГС) по согласованным планам, став одним из инициаторов проведения Гуманитарных годов в СНГ: 2008 г. ~ Год литературы и чтения, 2009 г. - Год молодежи, 2010 г. - Год науки и инноваций, 2011 г. - Год историко- культурного наследия, 2012 г. "Год спорта и здорового образа жизни.

Признание заслуг Фонда в организации и поддержке совместных научно-образовательных проектов стран СНГ в области развития нанотехнологий, привлечении выдающихся ученых-нанотехнологов СНГ к написанию глав в данную энциклопедию - медаль ЮНЕСКО «За вклад в развитие нанонауки и нанотехнологий» и диплом к ней, вручение которых состоялось в ноябре 2010 г.

УДК 501 (03)
ББК 22.317я2
Н25

Подбор и изложение фактов, приведенных в этой публикации, а также высказанные в ней мнения не обязательно совпадают с точкой зрения ЮНЕСКО, которая не несет за них ответственности.

Использованные обозначения и подача материала в данной публикации не являются выражением мнений ЮНЕСКО относительно правового статуса какого-либо государства, территории, города, области или их властей, а также определения их границ.

Хотя информация, приведенная в данном издании, считается верной и точной на момент опубликования, ни ЮНЕСКО, ни Издательство EOLSS не несут юридической ответственности по отношению как к физическим, так и к юридическим лицам, связанной с любым ущербом или убытком, возникшим из-за информации, содержащейся в этом издании.

Все права защищены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена или распространена ни в какой форме и никаким способом, электронным или механическим, в том числе с помощью фотокопирования, звукозаписи или любой системы хранения или обработки информации, без предварительного в письменной форме разрешения со стороны Издательства EOLSS или ЮНЕСКО.

Впервые опубликовано на английском языке он-лайн Издательством EOLSS (EOLSS Publishers, Oxford, United Kingdom) при содействии ЮНЕСКО.

НАНОНАУКА И НАНОТЕХНОЛОГИИ. Энциклопедия систем

жизнеобеспечения

Редактор: Е.Е. Демидова

Переводчики: Н.Н. Выхристенко, О.Н. Киселева, А.М. Лельчук, А.Е. Алешкина, В.М. Беренкова, Д.В. Новиков, А.И. Донскова

Верстка: О.А. Шуклин,

Корректор: Н.В. Назарова

Подписано в печать 23.12.2010 г. Формат 60х84/8. Печать офсетная

Печ. л. 129,0. Уел. печ. л. 120,0. Тираж 10000 экз. (1 завод - 2000 экз.) Заказ № 459

Адрес издательства: 109028, Москва, Покровский бульвар, д. 14/6, стр. 1.

Тел./факс: +7 (495) 917-84-04.

E-mail: info@m-press.ru

Адреса веб-сайтов:

Издательский Дом «МАГИСТР-ПРЕСС»: www.m-press.ru

Издательство ЮНЕСКО: www.unesco.org/publishing

Издательство EOLSS: www.eolss.net

Отпечатано ООО «Самарский дом печати»

443052, г. Самара, пр. Кирова, 24.

Тел./факт: +7(846)312-02-44

E-mail: zakaz@samaradp.ru



ISBN 978-92-3-403999-4 (UNESCO)

©EOLSS Publishers (Encyclopedia of Life Support Systems)

ISBN 978-5-89317-224-9

© ООО «Издательский Дом МАГИСТР-ПРЕСС», 2009,
издание на русском языке

СОДЕРЖАНИЕ

От издателя <i>В.Н. Харькин</i>	vii
Предисловие Генерального директора ЮНЕСКО Ирины Боковой Инновации, сотрудничество, нанотехнологии <i>Ф.М. Мухаметшин</i>	viii x
Международный редакционный совет и Объединенный комитет ЮНЕСКО-EOLSS	xii
Международная комиссия по разработке раздела EOLSS 6.152. «Нанонаука и нанотехнологии» Содержание	xvi 1
История нанотехнологий <i>Н.К. Толочко, Белорусский государственный аграрный технический университет, Беларусь</i>	4
1. Научные основы	
1.1. Физика и химия наноструктур: почему они иные? <i>Эмиль Родунер, Институт физической химии, Штутгартский университет, Германия</i>	17
1.2. Надмолекулярная химия: от молекулярных структур к функциональным блокам <i>Хуапин Сю и Си Чжан, Отделение химии, Университет Цинхуа, Пекин, КНР</i> <i>Цзюньци Сунь, Ведущая государственная лаборатория по надмолекулярным структурам и материалам, Университет Гирин, Чанчунь, КНР</i> <i>Шусюнь Цуй, Ведущая лаборатория инновационных технологий материалов, Юго-Западный университет Цзяотун, Чэнду, КНР</i>	38
1.3. Нанотермодинамика <i>Г. Реза Вакили-Неджаад, Факультет химической технологии, Кашианский университет, Иран</i> <i>и Факультет нефти и химической технологии, Университет им. Султана Кабуса, Оман</i>	74

1.4. Наноструктуры	95
<i>Рауль Х. Мартин-Пальма, Отделение прикладной физики, Мадридский автономный университет, Испания</i>	
<i>Ахлеш Лахтакиа, Отделение технических наук и механики, Пенсильванский университет, США</i>	
1.5 Слоистые наноструктуры	120
<i>Эдуард Казарян, Физико-технический факультет, Российско-Армянский университет, Армения</i>	
<i>Айк Саркисян, (физико-технический факультет, Российско-Армянский университет;</i>	
<i>Физический факультет, Ереванский государственный университет, Армения</i>	
1.6. Эллипсоидальные и линзообразные квантовые точки	134
<i>Эдуард Казарян, Карен Дворян, Физико-технический факультет, Российско-Армянский университет, Армения</i>	
1.7. Магнетизм наноструктур	150
<i>К. Беннеманн, Институт теоретической физики, Свободный университет Берлина, Германия</i>	
1.8. Квантовые явления в низкоразмерных системах	177
<i>Майкл Р. Геллер, Отделение физики и астрономии, Университет Джорджии, США</i>	
1.9. Наносистемы	194
<i>Ринальдо Псаро и Маттео Гвидотти, Национальный исследовательский центр, Милан, Италия Майла Сюбба, Центр SIMAINA и отделение неорганической, металлоорганической и аналитической химии, Милан, Италия</i>	
1.10. Многослойные магнитные наноструктуры	227
<i>А.И. Морозов, А.С. Сигов, Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), Россия</i>	
1.11. Нанотрибология	248
<i>Энрико Ньекко, Отделение физики, Базельский университет, Швейцария</i>	
1.12. Нанотоксикология. Токсикологические и биологические воздействия наноматериалов	266

*Юлян Чжао, Главная лаборатория КАН по биомедицинским воздействиям наноматериалов и нанобезопасности, Институт физики высоких энергий, Китайская академия наук
и Национальный центр нанонауки и технологии Китая, КНР Бин Ван, Вэйюэ Фон, Главная лаборатория КАН по биомедицинским воздействиям наноматериалов и нанобезопасности, Институт физики высоких энергий, Китайская академия наук, КНР
Чунъли Бай, Национальный центр нанонауки и технологии Китая и Китайская академия наук, КНР*

2. Нанотехнологии

- | | | |
|------|---|-----|
| 2.1. | Синтез нанофаз
<i>Карло Каваллотти, Миланский политехнический университет, Италия</i> | 298 |
| 2.2. | Нанонаука и нанотехнологии: механическая обработка в наномасштабе
<i>Марк Дж.Джексон, Центр нанотехнологий Бирка и Центр перспективных технологий производства, Университет Пердью, Уэст-Лафейетт, США</i> | 310 |
| 2.3. | Химическая теория и расчеты нанотрубок и графен
<i>Е.Ф. Шека, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия</i> | 388 |
| 2.4. | Материалы будущего
<i>Филип Болл, Редактор-консультант, журнал «Nature», Лондон, Великобритания</i> | 409 |
| 2.5. | Структурированные тонкие пленки
<i>Джозеф Б. Геддз (III) и Ахлеш Лахтакиа, Отделение технических наук и механики, Пенсильванский университет, США</i> | 436 |
| 2.6. | Нанокompозиты
<i>Н.А. Степашицев, Факультет специального машиностроения, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия</i> | 446 |
| 2.7. | Конструкционные наноматериалы и нанотехнологии
<i>Ю. А. Быков, С. Д. Карпунин, Кафедра «Материаловедение» Московского государственного технического университета</i> | 465 |

им. Н. Э. Баумана, Россия

- 2.8. Электрохимическое наноструктурирование 488
С. Ланга, Технический университет Молдовы, Республика Молдова
И. М. Тигиняну, А. И. Дикусар, Академия наук Республики Молдова, Республика Молдова
- 2.9. Нанотехнологии и энергетика 504
А.В. Гласко, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Россия
- 2.10. Преобразование солнечной энергии в наноструктурированных интерфейсах 517
И.И. Тюхов, Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ), Россия
- 2.11. Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа 531
А.Я. Хавкин, Институт проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, Москва, Россия
- 2.12. Научные основы разработки и внедрения нанотехнологий в нефтяной промышленности 554
Азат Мирзаджанзаде, Национальная академия наук Азербайджана (НАНА), Азербайджан
Абель Маггеррамов, Бакинский государственный университет (БДУ), Азербайджан
Ровнаг Абдуллаев, Хошбахт Юсифзаде, Эльдар Шахбазов, Рахман Курбанов, Сабухи Ахмедов,
Эльчин Кязимов, Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики (ГНКАР), Азербайджан
Махаммадали Рамазанов, Бакинский государственный университет (БДУ), Азербайджан
Шабияр Шафиев, Назим Гаджизаде, Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики (ГНКАР), Азербайджан
- 2.13. Системы автоматизированного проектирования в нанотехнологиях и наносистемах 571
Л. А. Зинченко, В. А. Шахнов, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия
- 2.14. Нанотехнология для очистки сточных вод: краткий обзор 590
И. Дж. Эль-Салиби, Х.К. Шон, Дэ/с. Каидасами и С. Вигнесваран,

*Школа гражданского строительства и охраны окружающей среды,
факультет машиностроения и информационных технологий,
Технологический университет, Сидней, Австралия*

3. Приборы и системы

- | | |
|--|-----|
| 3.1. Системы наноматериалов | 606 |
| <i>Ядон Ли, Университет Цинхуа, КНР</i> | |
| 3.2. Наномеханика | 632 |
| <i>М.С. Хлыстунов, Московский государственный строительный университет, Россия</i> | |
| 3.3. Микроэлектромеханические системы | 672 |
| <i>Фэн Сонлинь, Шанхайский институт микросистемных и информационных технологий (SIMIT), Китайская академия наук, КНР</i> | |
| 3.4. Нанозлектромеханические системы | 678 |
| <i>Э.Г. Косцов, Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Россия</i> | |
| 3.5. Нано- и микросистемная техника | 688 |
| <i>К.Г. Потловский, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия</i> | |
| 3.6. Нанозлектроника | 703 |
| <i>А.С. Сигов, А.А. Щука, Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), Россия</i> | |
| 3.7. Молекулярная электроника и нанозлектроника | 721 |
| <i>Вэйтин У, Юньци Лю, Даобэнь Чжу, Институт химии, Китайская академия наук, Пекин, КНР</i> | |
| 3.8. Зондовые нанотехнологические процессы и установки | 745 |
| <i>П. П. Лускинович, ЗАО «ТЕХНОСИСТЕМА Н», Россия</i> | |
| 3.9. Наномедицина и медицинские нанороботы | 760 |
| <i>Роберт А. Фрейтас мл., Институт молекулярного производства, Пало-Альто, Калифорния, США</i> | |
| 3.10. Наноматериалы и покрытия наномикробными свойствами | 796 |
| <i>В.И. Беклемышев, И.И. Махоггин, ЗАО «Институт прикладной</i> | |

*нанотехнологии», Россия Умберто Орацио Джузеппе Мауджери,
Фонд Сальваторе Мауджери, Италия*

- 3.11. Детонационные наноалмазы: технология, свойства и применения 816
*А.Я. Буль, А.Е. Алексеевский., А.Т. Дидейкин, Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, С.-
Петербург, Россия*
- 3.12. Наносенсоры - сенсоры на основе металлических и составных
наночастиц и наноматериалов 835
*Игнац Цапек, Словацкая академия наук, Институт полимеров,
Институт измерений, Братислава, и Тренчинский университет,
факультет промышленных технологий, Пухов, Словакия*
- 3.13. Нейтронография наносистем 921
*М. В. Авдеев, В. Л. Аксенов, Объединенный институт ядерных
исследований, Дубна,
Московская обл., Россия, и Российский научный центр
«Курчатовский институт», Москва, Россия
Л. А. Булавин, Киевский Национальный Университет им. Тараса
Шевченка, Киев, Украина*
- 3.14. Бионаноскопия 955
*Ямский И.В., Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова, Центр перспективных технологий, Россия*

4. Политика

- 4.1. Государственная политика Российской Федерации в области развития
нанотехнологий 966
*А.В. Мартыненко, Аппарат Правительства Российской Федерации,
действительный государственный советник Российской Федерации 3
класса, Россия*
- 4.2. Развитие нанонауки и нанотехнологий в Азии 976
Чунли Бай, Китайская академия наук, КНР
- 4.3. Вопросы развития nanoиндустрии 989
В.И. Бабкин, Государственная Дума Российской Федерации, Россия