

Ю. И. Головин

# НАНОМИР БЕЗ ФОРМУЛ

Под редакцией  
профессора Л. Н. Патрикеева

4-е издание, электронное



Москва  
Лаборатория знаний  
2020

УДК 60  
ББК 20  
Г60

**Головин Ю. И.**

Г60 Наномир без формул / Ю. И. Головин ; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева. — 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 546 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-854-4

В книге систематизированы нанообъекты, методы их получения и исследования, описаны магистральные направления развития науки о наноструктурах и важнейшие сферы применения нанопродуктов: электроника, аэрокосмическая техника, медицина и здравоохранение, оборона и национальная безопасность, потребительские товары. Обсуждаются морально-этические проблемы и социально-экономические последствия нанореволюции.

Для школьников, учителей, инженерно-технических работников смежных отраслей, представителей социально-гуманитарных профессий, которые в ближайшем будущем могут столкнуться с нанотехнологиями в своих предметных областях или на бытовом уровне.

УДК 60  
ББК 20

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Наномир без формул / Ю. И. Головин ; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 543 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-0292-5

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-854-4

© Лаборатория знаний, 2015

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	9
<i>Литература к введению</i> .....	18
<b>Глава 1. Нанотехнологии — что это такое?</b> .....	21
1.1. Основные понятия .....	21
1.2. Зачем нужны нанотехнологии? .....	34
1.3. Зарождение и развитие сферы нанотехнологий и ее перспек- тивы .....	36
1.4. Организационные финансово-экономические аспекты развития нанотехнологий .....	43
1.5. Социальные и гуманитарные аспекты развития нанотехнологий .....	48
<i>Литература к главе 1</i> .....	51
<b>Глава 2. Азы нанотехнологий</b> .....	53
2.1. Специфика наномира .....	54
2.2. Роль свободных и внутренних поверхностей .....	60
2.3. Зарождение и рост наночастиц .....	61
2.4. Размерные эффекты .....	64
2.5. Самоорганизация и самосборка .....	81
2.6. Две технологические парадигмы: «сверху вниз» и «снизу вверх» .....	85
<i>Литература к главе 2</i> .....	88
<b>Глава 3. Как это «пощупать», увидеть и измерить?</b> .....	90
3.1. Микроструктурный анализ .....	94
3.2. Электронная микроскопия .....	101
3.3. Сканирующая зондовая микроскопия .....	106
3.4. Дифракционный анализ .....	127
3.5. Спектральные методы .....	138
3.6. Методы определения размеров наночастиц .....	153
<i>Литература к главе 3</i> .....	155
<b>Глава 4. Наноматериалы</b> .....	158
4.1. Строительные, конструкционные и функциональные мате- риалы .....	162
4.2. Наночастицы и нанопорошки .....	163
4.3. Наноуглеродные частицы и материалы .....	168
4.4. Тонкопленочные структуры .....	184
4.5. Объемные наноструктурированные материалы .....	188
4.6. Природа физико-механических свойств наноматериалов .....	224
4.7. Стабильность структуры и свойств наноматериалов .....	227
4.8. Реализованные и перспективные применения наноматериалов .....	229
<i>Литература к главе 4</i> .....	236

<b>Глава 5. Нанoeлектроника</b> .....	242
5.1. Закон Мура.....	242
5.2. Основные функции нанoeлектроники.....	246
5.3. Фундаментальные пределы миниатюризации.....	250
5.4. Совершенствование традиционной «кремниевой» электроники.....	251
5.5. Микроэлектроника «рядом с кремнием» .....	280
5.6. Электроника «без кремния» .....	285
<i>Литература к главе 5</i> .....	300
<b>Глава 6. Нанотехника</b> .....	303
6.1. Наноприборы, наномашины, наносистемы .....	303
6.2. Глобальная энергетика, энергосбережение и НТ.....	349
6.3. Нанотехнологии в аэрокосмической отрасли .....	361
<i>Литература к главе 6</i> .....	376
<b>Глава 7. Наноматериалы и нанотехнологии в живых системах..</b>	378
7.1. Нанобиотехнологии.....	379
7.2. Наномедицина .....	400
7.3. Нанотехнологии и защита окружающей среды .....	413
<i>Литература к главе 7</i> .....	418
<b>Глава 8. Нанотехнологии и нанопродукты</b> .....	421
8.1. Строительство .....	421
8.2. Сельское хозяйство .....	428
8.3. Пищевые продукты.....	431
8.4. Потребительские товары .....	433
<i>Литература к главе 8</i> .....	439
<b>Глава 9. Военные приложения нанотехнологий</b> .....	441
9.1. Оборонные нанотехнологические разработки.....	442
9.2. Перспективы военных приложений нанотехнологических раз- работок.....	450
<i>Литература к главе 9</i> .....	455
<b>Глава 10. Социогуманитарные аспекты развития нанонауки и нанотехнологий</b> .....	456
10.1. Философский взгляд в будущее.....	461
10.2. Нанoeтика .....	471
10.3. Образование и просвещение в области нанотехнологий.....	479
10.4. Прогнозирование социально-экономических последствий нано- революции .....	501
10.5. Юридические аспекты развития нанотехнологий.....	513
10.6. Охрана интеллектуальной собственности в области нанотехно- логий.....	522
<i>Литература к главе 10</i> .....	533
<b>Заключение</b> .....	539