

The background of the entire page is a grayscale image of a microchip circuit. It features a complex network of white lines representing conductive traces, with various shapes and sizes of circular pads and vias. The lines are set against a dark, almost black background, creating a high-contrast, technical appearance. The circuit traces are arranged in a somewhat organized but intricate pattern, typical of a printed circuit board or a microchip layout.

**ОСНОВИ НАНОФІЗИКИ,
НАНОЕЛЕКТРОНІКИ, НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

Двр.

Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини

**ОСНОВИ НАНОФІЗИКИ, НАНОЕЛЕКТРОНІКИ,
НАНОТЕХНОЛОГІЇ**
навчально-методичний посібник

за загальною редакцією доцента Ю. М. Краснобокого

Умань – 2018

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини
(протокол №12 від 27 червня 2017 р.)*

Рецензенти:

Т.Н. Азізов – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри техніко-технологічних дисциплін Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, академік Інженерної академії наук України;

М.Т. Мартинюк – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, академік НАПН України;

М.І. Шут – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної і прикладної фізики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, академік НАПН України;

О-75 **Основи нанофізики, наноелектроніки, нанотехнології:** навчально-методичний посібник. укл. О.Б. Авраменко, К.С. Ільніцька, Ю.М. Краснобокий. – Умань : ВПЦ «Візаві», 2018. – 138 с.

Навчально-методичний посібник рекомендується студентам педагогічних університетів спеціальності «Фізика»; може бути корисним учителям фізики та учням старшої школи, які обрали природничо-науковий профіль.

УДК 608:539 – 124:372.853

©Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ЗМІСТ

Передмова	4
Програма навчальної дисципліни.....	6
Вступ. Основні поняття нанофізики.....	9
Розділ 1. Нанофізика, нанотехнологія – від історії до практики.....	16
1.1. З історії виникнення і становлення нанотехнології.....	16
1.2. Інструментарій нанотехнології.....	19
1.3. Сучасний стан фізики нанопростору.....	31
1.4. Досягнення, проблеми та перспективні напрями розвитку нанотехнології.....	37
1.5. Способи отримання та фізичні властивості наноструктур.....	47
1.6. Фізика нанокластерів та методи їх отримання.....	52
1.7. Фізичні основи створення одноелектронних приладів.....	54
Розділ 2. Орієнтовний обсяг матеріалу для практичних занять.....	63
2.1. Основні квантово-механічні співвідношення нанофізики.....	63
2.2. Класифікація наноструктур.....	64
2.3. Приклади найпростіших гетеропереходів.....	66
2.4. Рух частинки в одновимірній ямі.....	67
2.5. Приклади розв'язання задач та задачі для самостійного розв'язання.....	70
2.6. Запитання і завдання для визначення нормативного рівня засвоєння теоретичного матеріалу у процесі самостійної роботи.....	76
Розділ 3. Шляхи формування готовності майбутнього вчителя фізики до навчання учнів основам нанофізики і нанотехнології.....	79
3.1. Аналіз нинішнього стану готовності учителів до запровадження основ нанофізики в навчальний процес школи.....	79
3.2. Методичні особливості вивчення нанотехнологій у шкільному курсі фізики.....	87
3.3. Необхідність відображення основ нанофізики і нанотехнології в освітніх нормативних документах.....	96
3.4. Можливості використання інформаційно-комунікативних технологій у процесі вивчення основ нанофізики та нанотехнологій.....	104
3.5. Технологія формування фахової компетентності майбутнього вчителя фізики у галузі навчання основам нанофізики і нанотехнологій.....	108
3.6. Шляхи запровадження знань з фізичних основ нанотехнології у професійну діяльність майбутнього вчителя фізики.....	114
3.7. Ще деякі дані та корисні методичні поради.....	127
Список використаних джерел	135
Список літератури, рекомендованої до опрацювання	136

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Нанофізика» передбачається більшістю навчальних планів з підготовки вчителів спеціальності «Фізика». До деякої міри компенсувати відсутність апробованого стандартного навчально-методичного забезпечення цієї дисципліни – призначення пропонованого посібника.

Перша, подібна спроба, нами була здійснена у 2010 році виданням посібника «У світі нанотехнологій» [4], який було схвалено МОН України. У 2011 році ми розробили навчальну програму з цієї дисципліни, яку наводимо у даному посібнику; було здійснено кілька публікацій [1; 8].

Зрозуміло, що з того часу дослідження в галузі фізики нанопростору і розвитку нанотехнологій значно просунулися вперед. У зв'язку з цим навчальна дисципліна «Нанофізика» (у якій би редакції вона не представлялася) повинна імплементувати у своєму змісті досягнення відповідної базової науки.

Крім того, загострилася потреба упровадження основ нанонаук у шкільні курси фізики, хімії, біології тощо, що в свою чергу вимагає внести корективи у технологію підготовки відповідних учителів. Саме цим пояснюється посилення останнім часом уваги вчених-педагогів і методистів до означеної проблематики.

Посібник складається з трьох розділів: у першому – коротко викладено історію становлення, основні поняття нанофізики і нанотехнології та способи отримання, властивості і застосування наноструктур; у другому – пропонується матеріал для практичних занять, опанування яким може слугувати певним визначником нормативного рівня сформованості відповідних нанокompетентностей; третій розділ присвячений можливостям упровадження основ нанонаук у навчальний процес школи та педагогічних вищих закладів освіти.

Пропонований посібник укладено з використанням матеріалів публікацій, наведених у «Списку використаних джерел»:

- Вступ [4; 6],
- параграфи:
 - 1.1 [2; 3; 4],
 - 1.2 [3; 4],
 - 1.3 [7],
 - 1.4 - 1.5 [2; 3; 4; 7],
 - 1.6 [2; 4; 7],
 - 1.7 [7],
 - 2.1 [5],
 - 2.2 [2; 5; 7],
 - 2.3 - 2.6 [5],
 - 3.1 - 3.6 [6],
 - 3.2 [1; 6; 8],
 - 3.7 [2; 7],

Передмова, вступ та перший розділ укладені Ю.М. Краснобоким; другий розділ – О.Б. Авраменком; третій розділ і список рекомендованої літератури – К.С. Ільніцькою.

Мета цього посібника – допомогти студентам у самостійній роботі над поглибленням і розширенням теоретичних знань у галузі нанофізики; формування у студентів навичок орієнтування в потоці науково-технічної інформації та застосування фізичних законів у галузі низькорозмірних структур. В результаті вивчення дисципліни «Вступ до нанофізики» студент повинен знати:

- фундаментальні закони природи;
- основи сучасної теоретичної фізики;
- експериментальні методи нанофізичних досліджень;
- внутрішні зв'язки між окремими фундаментальними і прикладними науками;
- порядок значень фізичних величин, застосовуваних у науці й техніці;
- основні фізичні явища в системі малорозмірних об'єктів;

та вміти:

- розуміти фізичні основи роботи силових мікроскопів, одноелектронних приладів тощо;
- використовувати фізичні моделі для вирішення практичних задач.

18. Нанотехнологии – от теории к практическому применению // Инновации. – 2007. – № 12. – С. 79-83.
19. Смыков И.Т., Гудков С.А. К вопросу о пищевых нанотехнологиях // Пищевая промышленность. – 2006. – № 7. – С. 28-32.
20. Чумаченко Б. Нанотехнологии – ключевой приоритет обозримого будущего // Проблемы теории и практики управления. – 2001. – № 5. – С. 71-75.

Навчальне видання

Авраменко Олег Борисович

доктор педагогічних наук, професор

Гльницька Катерина Сергіївна

магістр фізики

Краснобокий Юрій Миколайович

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ОСНОВИ НАНОФІЗИКИ, НАНОЕЛЕКТРОНІКИ, НАНОТЕХНОЛОГІЇ навчально-методичний посібник

за загальною редакцією доцента Ю. М. Краснобокого

Видається в авторській редакції

Підписано до друку 12.10.2018 р. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Ум. друк. арк. 8,1

Тираж 100 прим. Замовлення № 177

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»

20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 2521 від 08.06.2006.

тел. (04744) 4-64-88, 4-67-77, (067) 104-64-88

vizavi-print.jimdo.com

e-mail: vizavi008@gmail.com