Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Факультет екологічної та техногенної безпеки

Кафедра екології та природоохоронних технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С. О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Нанотехнології
Nanotechnologies

рівень вищої освіти: бакалавр

тип дисципліни: вибіркова

мова викладання: українська

Миколаїв, 2021 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Нанотехнології» є однією із складових комплексної підготовки фахівців рівня вищої освіти – бакалавр, яка входить до переліку дисциплін вибіркового курсу 1.
“ 24 ” 08 2021 року. – 18 с.

Розробник: Трохименко Ганна Григорівна, докт. техн. наук, професор.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій
Протокол від №1 від “ 25 ” 08 2021 року.
Завідувач кафедри Г. Г. Трохименко

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології» розглянуто Методичною комісією факультету екологічної та техногенної безпеки
Протокол від №7 від “ 25 ” 08 2021 року.
Голова С. М. Літвак

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Нанотехнології» погоджено з навчальним відділом
Начальник відділу А. В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Нанотехнології» затверджено Навчально-методичною радою НУК
Протокол від №7 від “ 26 ” 08 2021 року.

Голова НМР НУК Є. І. Трушляков

© НУК, 2021 рік

ЗМІСТ

Вступ..... 4
1. Опис навчальної дисципліни 6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни..... 7
3. Передумови для вивчення дисципліни…… 7
4. Очікувані результати навчання 8
5. Програма навчальної дисципліни..... 8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування…… 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю..... 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання..... 16
9. Засоби навчання…….. 17
10. Рекомендовані джерела інформації..... 17

ВСТУП

Анотація

Дисципліна вивчає основні характеристики наноматеріалів, технології їх отримання, структуру та властивості фулеренів, нанотрубок, нанокристалічних плівок та покриттів, розглядає області застосування наноматеріалів та нанопродукції без шкоди для навколишнього середовища або здоров'я людини, виробництво нанопродуктів, які забезпечують вирішення екологічних проблем, розвиток нанотехнологічних інновацій у галузі поновлюваних джерел енергії, медицини, косметології, мікробіології та ін.

Результатом вивчення дисципліні є знання базових понять нанотехнологій; основних міжнародних і вітчизняних нормативних документів стосовно безпеки використання нанотехнологій та наноматеріалів; джерел потрапляння наночастинок в об'єкти навколишнього середовища; якісного складу та властивостей різних груп наноматеріалів; сутності і можливості методів, що застосовуються для створення нанооб’єктів; класифікації нанооб’єктів небіологічного походження і наноматеріалів на їх основі; основних напрямів використання нанотехнологій в екології. Також вміння приймати кваліфіковані рішення щодо впровадження екологічних нанотехнологій у різних галузях промисловости; застосовувати основні методи лабораторних досліджень щодо знешкодження токсикантів за допомогою наноматеріалів (наночастинок та інш.); виявляти та ідентифікувати нанотоксиканти різної природи; демонструвати знання в питаннях потенційних і реальних ризиків застосування нанотехнологій для навколишнього середовища.

Курс призначений для студентів всіх спеціальностей.

Ключові слова: квантові ефекти, фулерени, нанотрубки, нанокристалічні плівки та покриття

Abstract

The discipline studies the main characteristics of nanomaterials, technologies for their production, structure and properties of fullerenes, nanotubes, nanocrystalline films and coatings, considers the areas of application of nanomaterials and nanoproducts without harm to the environment or human health, production of nanoproducts that solve environmental problems. innovations in the field of renewable energy, medicine, cosmetology, microbiology, etc.

The result of studying the discipline is knowledge of the basic concepts of nanotechnology; major international and domestic regulations on the safety of nanotechnology and nanomaterials; sources of nanoparticles in the environment; qualitative composition and properties of different groups of nanomaterials; essence and possibilities of methods used to create nanoobjects; classification of nanoobjects of non-biological origin and nanomaterials based on them; main directions of use of nanotechnologies in ecology. Also the ability to make qualified decisions on the implementation of environmental nanotechnologies in various industries; to apply the main methods of laboratory research on the decontamination of toxicants using nanomaterials (nanoparticles, etc.); to detect and identify nanotoxicants of various natures; to demonstrate knowledge of potential and real risks of nanotechnology for the environment.

The course is designed for students of all specialties.

Key words: quantum effects, fullerenes, nanotubes, nanocrystalline foams and coatings

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів -5</td><td rowspan="3">Галузь знань</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів –1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів –2</td><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="8">Спеціальність:

Для усіх спеціальностей</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>5-й</td><td>5-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4

самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="4">Освітній рівень:
перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>138 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: письмова</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів знань про основні характеристики наноматеріалів, технології їх отримання, структуру та властивості фулеренів, нанотрубок, нанокристалічних плівок та покриттів, розглядає області застосування наноматеріалів та нанопродукції без шкоди для навколишнього середовища або здоров'я людини, виробництво нанопродуктів, які забезпечують вирішення екологічних проблем, розвиток нанотехнологічних інновацій у галузі поновлюваних джерел енергії, медицини, косметології, мікробіології та ін.

Основними завданнями викладання курсу «Нанотехнології» є:

Для формування необхідних компетентностей студент повинен знати:
- види наноструктур;
- технології формування наноструктур;
- методи дослідження наноструктур;
- основні властивості наноструктур;
- фулерени;
- застосування нанотехнологій у медицині та екології, техніці

Вміти:
- розрізняти наноструктури;
- обрати наноструктуру залежно від галузі застосування;
- охарактеризувати наноструктури залежно від їх властивостей;
- застосовувати технології отримання наностурур;

Студент має оволодіти фактичним матеріалом даної дисципліни; засвоїти наукову термінологію з нанотехнологій; підготуватись до практичного застосування отриманих знань.

3. Передумови для вивчення дисципліни:

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: фізика, хімія.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знання базових понять нанотехнологій; основних міжнародних і вітчизняних нормативних документів стосовно безпеки використання нанотехнологій та наноматеріалів; джерел потрапляння наночастинок в об'єкти навколишнього середовища; якісного складу та властивостей різних груп наноматеріалів; сутності і можливості методів, що застосовуються для створення нанооб'єктів; класифікації нанооб'єктів небіологічного походження і наноматеріалів на їх основі; основних напрямів використання нанотехнологій в екології.
- вміння приймати кваліфіковані рішення щодо впровадження екологічних нанотехнологій у різних галузях промисловости; застосовувати основні методи лабораторних досліджень щодо знешкодження токсикантів за допомогою наноматеріалів (наночастинок та інш.); виявляти та ідентифікувати нанотоксиканти різної природи;
- демонструвати знання в питаннях потенційних і реальних ризиків застосування нанотехнологій для навколишнього середовища.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Наноматеріали

Тема 1. Наноматеріали: класифікація і типи структур: [5], стор. 13-20; [8], стор. 53-59; [13], стор. 8-26, стор. 34-44.

Тема 2. Технології отримання наноматеріалів: [5], стор. 22-73; [8], стор. 12-52; [13], стор. 5-34; [1], стор. 35-67.

Тема 3. Особливості наноматеріалів: [5], стор. 196 -204; [8], стор. 60-62; [13], стор. 62-65.

Тема 4. Основні методи дослідження наноматеріалів: [5], стор. 208-222; [8], стор. 63-84; [13], стор. 59-63.

Змістовий модуль 2. Застосування наноматералів у виробництві, медицині, біології та сільському господарстві

Тема 5. Основні напрямки застосування наноматеріалів: [5], стор. 223-231; [8], стор. 110-127; [13], стор. 29-33, 149-159; [3], стор. 15-27.

Тема 6. Аналіз наночастинок і наноматеріалів у біологічних об’єктах: [5], стор. 37-39; [8], стор. 85- 97; [13], стор. 160-173; [2], стор. 76-83.

Тема 7. Фулерени, їх структура і типи. Властивості фулерену: [5], стор. 185-194; [8], стор. 98-102; [13], стор. 95-117; [4], стор. 35-56.

Тема 8. Безпека використання наноматеріалів. Соціально - економічні аспекти використання наноматеріалів: [8], стор. 121-122; [13], стор. 27-33, 45-58; [4], стор. 164-176.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усьо-го	у тому числі				
		л	лаб	практ.	інд	с.р.		л	лаб	практ.	інд	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Наноматеріали												
Тема 1. Наноматеріали: класифікація і типи структур.	18	3	-	3	-	12	18	1	-	-	-	17
Тема 2. Технології отримання наноматеріалів.	19	4	-	4	-	11	18	1	-	1	-	16
Тема 3. Особливості наноматеріалів.	19	4	-	4	-	11	18	1	-	1	-	16
Тема 4. Основні методи дослідження наноматеріалів.	19	4	-	4	-	11	21	-	-	1	-	20
Разом за змістовим модулем 1	**75**	**15**	**-**	**15**	**-**	**45**	**75**	**3**	**-**	**3**	**-**	**69**

Змістовий модуль 2. Застосування наноматеріалів у виробництві, медицині, біології та сільському господарстві												
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Тема 5.Основні напрямки застосування наноматеріалів.	19	4	-	4	-	11	18	1	-	1	-	16
Тема 6. Аналіз наночастинок і наноматеріалів у біологічних об’єктах.	19	4		4	-	11	21	-	-	1	-	20
Тема 7. Фулерени, їх структура і типи. Властивості фулерену.	19	4	-	4	-	11	18	1	-	-	-	17
Тема 8. Безпека використання наноматеріалів. Соціально - економічні аспекти використання наноматеріалів.	18	3	-	3	-	12	18	1	-	1	-	16
Разом за змістовим модулем 2	**75**	**15**	**-**	**15**	**-**	**45**	**75**	**3**	**-**	**3**	**-**	**69**
Разом за модулем 1	**150**	**30**	**-**	**30**	**-**	**90**	**150**	**6**	**-**	**6**	**-**	**138**
Усього годин	**150**	**30**	**-**	**30**	**-**	**90**	**150**	**6**	**-**	**6**	**-**	**138**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вуглецеві наноструктури.	3	1
2	Методи синтезу наноматеріалів.	4	1
3	Фізичні властивості. Електричні і оптичні властивості наноматеріалів	4	1
4	Методи дослідження структурних, фізичних характеристик наноматеріалів. Методи дослідження хімічних характеристик наноматеріалів.	4	1
5	Нанобіологія, біоміметика та природні наноструктури.	4	1
6	Наночастинки у лікарських формах: основи фармацевтичної технології. Наномедицина: медико-соціальний аспект.	4	-
7	Аналіз фулеренів у складі біологічних проб.	4	-
8	Характеристики наночастинок, що визначають їх потенційну токсичність. Токсикологічний вплив наноматеріалів. Екотоксикологічні дія наноматеріалів Шляхи потрапляння нанорозмірних об'єктів в організм. Ризики застосування наноматеріалів	3	1
Всього		**30**	6

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до практичних занять	24	48
2	Реферати	30	40
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	36	50
Всього		90	138

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Набуття здобувачами необхідних компетенцій відбувається через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

● роботою з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;

● пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

● дискусії - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

● диспут - цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову чи суспільну проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій;

● демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

При викладанні лекційного матеріалу застосовується як класична форма у вигляді лекції-презентації, лекції-доповіді, а також лекція-співбесіда, лекція-диспут. Також використовуються відеоматеріали, аудіоматеріали, а також схематична наочність.

На сьогодні на практичних заняттях впроваджуються інноваційні методи та форми навчання, такі як кооперативне навчання: робота групами, парами, ротація трійками; колективно-групове навчання: метод мікрофона та мозкового штурму; різні сучасні форми ведення дискусій: конференція, прес-конференція, дебати.

При проведенні практичних робіт застосовуються метод мікрофона, метод «Мозкового штурму», семінарські заняття, рольові ігри, метод вікторини, метод взаємного навчання, групові форми підготовки практичного заняття, метод спостереження, ілюстративні методи, а також контроль та самоконтроль.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання здобувачів є:

- залік
- практичні роботи;
- реферати з презентацією роботи;
- модульні контрольні роботи

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю: практичних робіт та модульних контрольних робіт, захисту рефератів.

У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 70 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру за виконання практичних та захисту рефератів.

Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінок з модульних контрольних робіт.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті. А також в кінці першого та другого змістових модулів у вигляді модульних контрольних робіт.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Відповіді на практичних роботах	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, містить аргументовані висновки.
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
3	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія.
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.
0	Студент не надає відповіді

Оцінка реферативної роботи

Бали		Критерії оцінювання
Друкована частина реферативної роботи		
Денне	Заочне	Реферат виконаний більше, ніж на 10 сторінках. Презентація на 6-10 слайдів.
8-10	20-25	
5-8	9-19	Реферат виконаний на 5-10 сторінках, Відсутній зміст, або список використаних джерел. Наявність презентації.
1-5	1-8	Реферат виконаний на 2-5 сторінках. Відсутня презентація.
0	0	Робота не виконувалась
Усний захист реферативної роботи		
5	11-15	Захист із використанням підготовленої презентації, яка повністю відповідає темі реферативної роботи та послідовності викладення матеріалу. Усна доповідь чітка, логічна, з висновками, без необґрунтованих пауз та зупинок за встановлений час.
3-4	6-10	Захист із використанням підготовленої презентації, усна доповідь логічна, з висновками, з деякими незапланованими паузами, затягнута або навпаки дуже коротка.
1-2	1-5	Захист із використанням підготовленої короткої презентації, усна доповідь нечітка, з порушенням логічного порядку, можливо, без висновків, без вступу або з деякими неточностями, з активним використанням тексту доповіді.
0	0	Робота не захищалася.
15	**40**	**Всього**

Поточний модульний контроль

Включає написання комплексної контрольної роботи, яка оцінюється в 15 балів, і складається з таких компонентів:

Назва компоненту	Бали	Критерії оцінювання
Тестове питання	1х3	Правильна відповідь оцінюється у 1 бал. Всього 3 питання.
Питання за темою.	4х3=12	Повна відповідь оцінюється у 4 бали, неповна – 3 бали, часткова відповідь – 2 бали, спроба надати відповідь – 1 бал, відсутність відповіді – 0 балів. Всього 3 питання.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	8х5 бали = 40 балів	6х5=40
Реферати	2х15 = 30	1х30=30
Поточний модульний контроль	2х15 балів= 30 балів	2х15=30
Всього	**100**	**100**

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	5	-	-
	Т2	Практична робота № 2	5	Практична робота № 1	5
	Т3	Практична робота № 3	5	Практична робота № 2	5
	Т4	Практична робота № 4	5	Практична робота № 3	5
Реферат із захистом, презентація		Завдання	15	-	-
ПМК 1		Контрольна робота	15	Контрольна робота	15
ЗМ 2	Т5	Практична робота № 5	6	Практична робота № 4	5
	Т6	Практична робота № 6	5	Практична робота № 5	5
	Т7	Практична робота № 7	5	-	-
	Т8	Практична робота № 8	5	Практична робота № 6	5
ПМК 2		Контрольна робота	15	Контрольна робота	15
Реферат із захистом, презентація		Завдання	15	Завдання	40
Сума			**100**		**100**

9. Засоби навчання

Як наочний матеріал на лекціях та практичних заняттях застосовується презентації.

Також використовується обладнання Екологічної лабораторії НУК та лабораторії рентгеноструктурного аналізу, а також лабораторії електронної мікроскопії.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання індивідуального завдання проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

З метою забезпечення наочності лекцій та практичних занять під час їх проведення використовуються такі наочні матеріали: тематичні плакати, схеми, спеціалізовані карти, матриці і таблиці планів експериментів реально виконаних наукових досліджень, анотовані і підсумкові звіти НДР, ОВД, проектна документація, ДСТУ, ГОСТи, ОСТи та інша нормативна документація.

Також студентам надається можливість отримати електронний варіант конспекту лекцій та всіх методичних розробок кафедри.

10. Рекомендовані джерела інформації

Базова

1. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Наноматеріалознавство: Навчальний посібник. Херсон .: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 480 с.
2. Абрамян А. А., Балабанов В. И., Беклемішев В.И., Вартанов Р. В., Махонин И. И., Солодовников В. А. Основы прикладной нанотехнологии. М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2007. 208 с.
3. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. М.: Эксмо, 2009. – 247 с.
4. Богуслаев В. А., Качан А. Я., Калинина Н. Е.[и др.] Наноматериалы и нанотехнологии : учеб. для студентов вузов. Запорожье: Мотор Сич, 2014. 207 с.
5. Габ А. І., Шахнін Д.Б., Малишев В. В. Наноматеріали: класифікація, технології одержання, особливі властивості, основні методи досліджень та напрями застосування. Київ: Університет «Україна», 2020. 236 с.
6. Завражна О. М., О. О. Пасько О. О., Салтикова А. І. Основи нанотехнологій. Навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів. Суми Вид-во СумДПу імені А. С. Макаренка, 2016, 184 с.

7. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник. Львів: Нац. ун-т “Львів. політехніка”, 2009. 580 с.
8. Кущевська Н. Ф., Терещенко О. Я., Папроцька О. А., Малишев В. В. Наноматеріали. Технології одержання, класифікація, властивості та застосування: навчальний посібник. Київ: Університет «Україна», 2018. 140 с.
9. Михайлов М.Д., Современные проблемы материаловедения, Нанокомпозитные материалы, Учебное пособие. Санкт-Петербург, СПбГПУ, 2010. 208 с.
10. Нанохімія і нанотехнології [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» / НТУУ «КПІ» ; уклад. І. В. Коваленко, В. І. Лисін, О. О. Андрійко. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 63 с.
11. Смирнов А.Н., Абабков Н.В., Пимонов М.В. Физические основы нанотехнологий. Учебное пособие. - Кемерово, КузГТУ, 2012. - 123 с.
12. Таланов В.М., Ерейская Г.П., Юзюк Ю.И. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов. М.: Изд. "Академия Естествознания", 2008. -389 с.
13. Чекман І. С., Ульберг З. Р., Маланчук В. О., Горчакова Н.О., Зупанець І. А. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація. Монографія. К.: Поліграф плюс, 2012. 328 с.

Допоміжна:

1. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физмалит, 2005. 416 с.
2. Марголин В.И. Основы нанотехнологии. Санкт-Петербург, ГЭТУ "ЛЭТИ", 2004. 310 с.
3. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год / Под ред. П.П. Мальцева. М.: Техносфера, 2006. 152 с.
4. Пул Ч., Оуєнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006. 260 с.
5. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простоеобъяснение очередной гениальной идеи. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 240 с.

Інформаційні ресурси

1. http://nanotechweb.org/cws/home
2. http://www.nanometer
3. http:/nano-planet.org
4. http://www.nanometer.ru/
5. https://nano.com.ua/
6. https://www.nanonewsnet.ru/
7. https://www.oncology.kiev.ua/article/789/nanotexnologii-perspektivi-zastosuvannya-ta-riziki-dlya-zdorov-ya-lyudini

Зміни та доповнення