



# Матеріалознавство наноелектроніки

Лекція 1 Фізико-хімічні основи  
формування наноструктур і  
наноматеріалів

Підготувала: доц. Шумакова Н. І.

## ВСТУП

- **Матеріалознавство** — міждисциплінарна галузь науки, що вивчає залежність між складом, структурою та властивостями матеріалів у взаємозв'язку з технологією їх отримання та переробки, умовами експлуатації та вартістю, і яка спрямована на створення нових матеріалів, що задовольняли б потреби людини.
- Завдання, які вирішуються сучасним матеріалознавством, у значній мірі обумовлюють розвиток енергетики, електроніки, інформаційних та нанотехнологій, хімічної, аерокосмічної та інших галузей промисловості, транспорту, медицини й охорони здоров'я.



# molecule

- Розвиток енергетики, електроніки, машинобудування, медицини, вирішення проблем екології на сучасному етапі пов'язують із застосуванням наноматеріалів.
- **До наноматеріалів належать матеріали** з розміром частинок, що не перевищує (в одному або декількох вимірах) 100 нм, і які проявляють (в силу квантово-розмірного ефекту) принципово відмінні від об'ємних матеріалів фізико-хімічні властивості. Це відкриває перспективи створення нових поколінь матеріалів: термо- і корозієстійких нанопокриттів, акумуляторів, високоселективних мембран, сенсорів, металокомплексних низькорозмірних каталізаторів, фотокаталізаторів, засобів цільового доставляння ліків та діагностики, магнітних матеріалів та багато інших.

## Лекція 1 Класифікація наноматеріалів

- До наноматеріалів належать:
- об'ємні наноструктуровані матеріали;
- нанокластери, наночастинки, нанопорошки;
- багат шарові наноплівки, багат шарові наноструктури, багат шарові нанопокриття;
- функціональні (розумні) наноматеріали;
- фулерени та їх похідні НТ;
- біологічні і біосумісні матеріали;
- наноструктуровані рідини: колоїдні, гелі, суспензії, полімерні композити;
- нанокомпозити.

**Наноматеріали (НМ)**  
– це дисперсні або масивні матеріали (структурні елементи - зерна, кристаліти, блоки, кластери), геометричні розміри яких хоча б в одному вимірі не перевищують 100 нм і такі, що мають якісно нові властивості, функціональні й експлуатаційні характеристики, які проявляються внаслідок наномасштабних розмірів.



# Лекція 1 Класифікація наноматеріалів

Таблиця 1 Класифікація наноматеріалів за складом, розподілом та формою структурованих складових

Хімічний склад Форма	Склад та розподіл			
	Однофазний	Багатофазний		
		Статистичний		Матричний
		Ідентичні межі	Неідентичні межі	
Пластиначаста				
Стовбчаста				
Рівновісна				

У зв'язку з багатофазністю, пористістю та матричною будовою наноматеріалів класифікацію їх структури можна провести досить умовно. З урахуванням хімічного і фазового складу, просторової топології, наноматеріали можна найпростіше представити двома групами - **як однофазні та статистично багатофазні** - з деякою характеристикою останніх залежно від альтернатив зерно граничної морфології (ідентичність та не ідентичність, когерентність, некогерентність границ, особливості матричної будови). **Класифікацію наноструктури можна проводити згідно з тріадою: шарувата, стовпчаста і з рівновісними включеннями.** З урахуванням різних за хімічним складом і розподілом складових наноматеріалів можна розділити за хімічним складом розподілом (однофазні, статистичні багатофазні композиції з ідентичними й неідентичними поверхнями розділу і матричні композиції) і за категорією форм структури (шарувата, стовбчаста та яка містить рівно вісні включення). Різноманітність структурних типів значно збільшується за рахунок змішаних варіантів, наявності пористості, полімерних матриць й ін. Найпоширенішими є однофазні й багатофазні матричні й статистичні об'єкти, стовпчасті й багатшарові структури. [fppt.com](http://fppt.com)

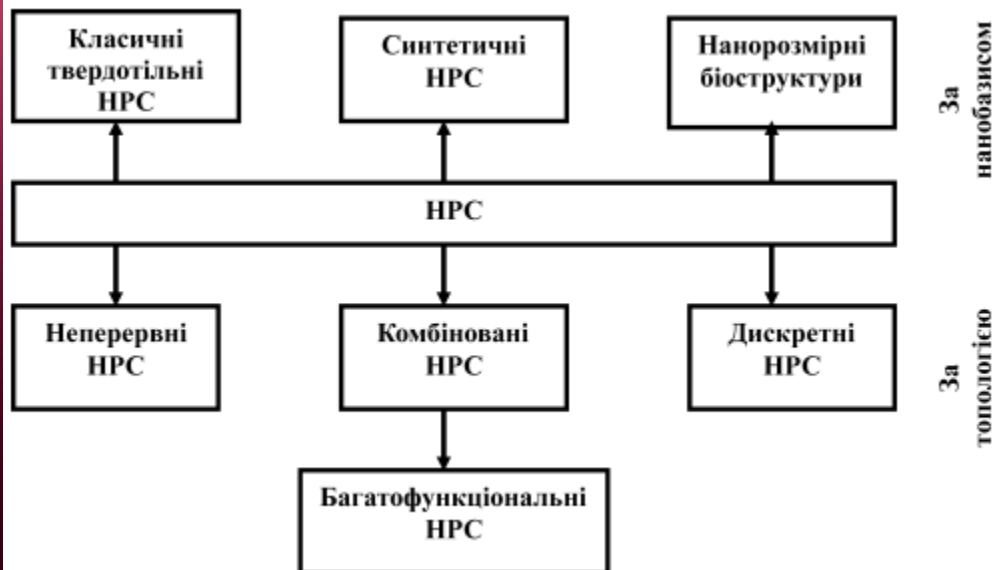
Таблиця 2 Класифікація наноструктур за нанобазисом

«Класичні» твердотільні НРС	Синтетичні НРС	Нанорозмірні біоструктури
Наночастинки Нанотрубки Металеві, напівпровідникові, діелектричні тонкі плівки Квазіодновимірні провідники Квазінульвимірні металеві, напівпровідникові, діелектричні об'єкти Нанокристали тощо	Нанополімери Синтетичні нановолокна Синтетичні тонкі плівки Наноколоїди Нанокристали (каучук, кевлар, тефлон і т. ін.)	Біомолекулярні комплекси Модифіковані віруси Органічні наноструктури

Спрощена схема будови нанодерева



Схема класифікації нанорозмірних структур



Таблиця 3 Критерії та категорії наноматеріалів

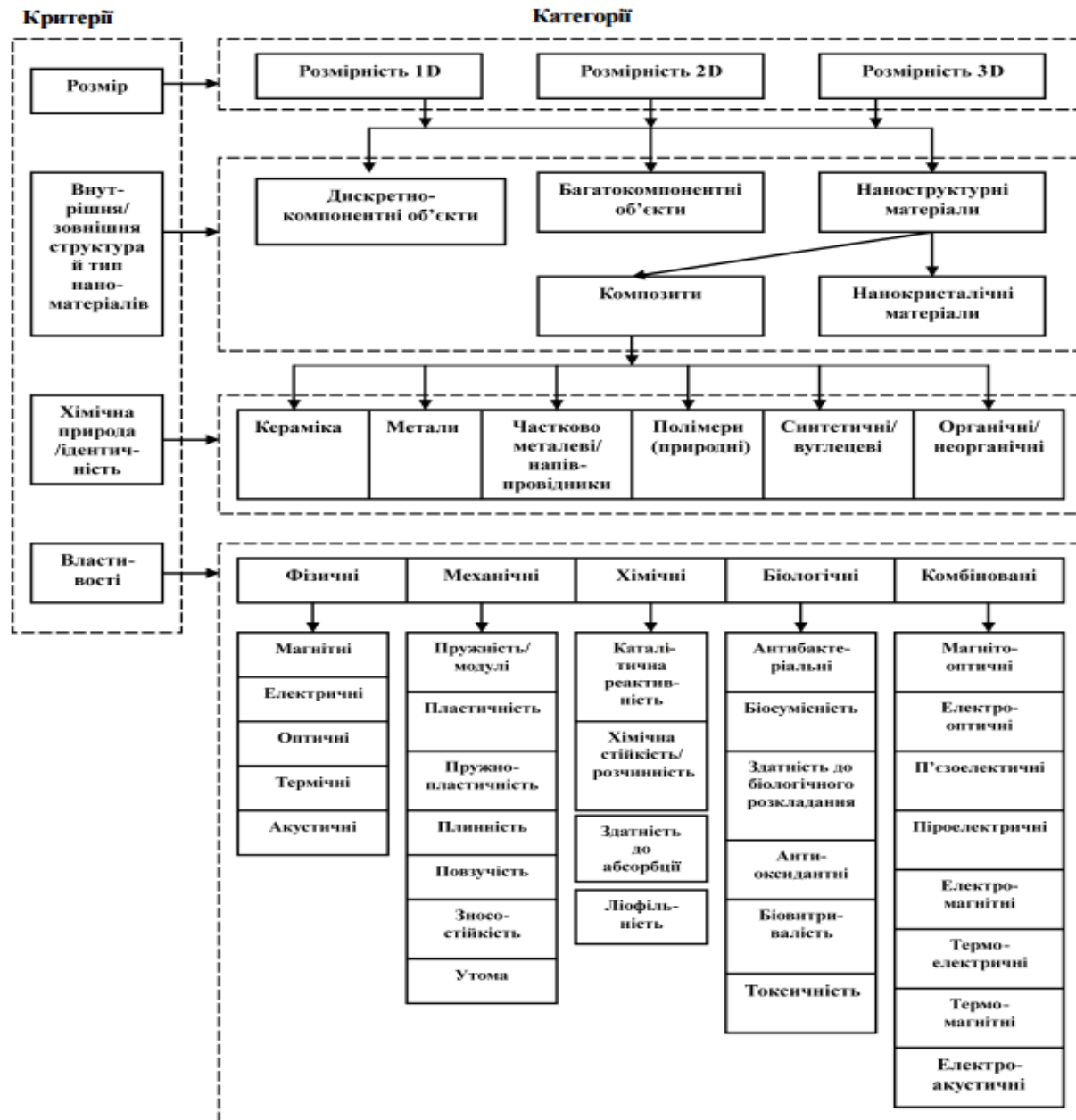
**Як видно із таблиці 3.**

У гільці з критерієм розмір наноматеріали розбито на три категорії: з розмірністю 1D ( тільки один об'єкт відповідає наношкалі) 2D та 3D (відповідно два й три розміри за ннонаношкалою).

**На наступному етапі** класифікації за критерії узято внутрішню та зовнішню будову наноматеріалів. За цими ознаками наноматеріали поділено на об'єкти й наноструктурні матеріали. Усі вони можуть мати розміри з будь якої категорії. Об'єкти й наноструктурні матеріали, які чітко належать до відповідних розмірних та структурних категорій, загалом кажучі утворюють окрему гілку нанодерева.

**Третю гілку класифікації** визначають за критерієм хімічна природа наноматеріалів До цієї гілки належать не нанообекти, а тільки нанокомпозити.

**Четверта гілка нанодерева** класифікує нанокомпозити за властивостями - фізичними, механічними, хімічними, біологічними та комбінованими.





# molecule

**Потрібно згадати!** Таблиця 4 Належність наноб'єктів і наноструктурованих матеріалів до відповідних категорій

<b>Категорії будови</b>	<b>Дискретно-компонентні наноб'єкти</b>	<b>Багатокомпонентні наноб'єкти</b>	<b>Наноструктурні матеріали</b>
<b>Розмірні категорії</b> Розмірність 1D	Наночастинки й наноплівки, нанопластинки	Наночастинки й наноплівки, нанопластинки	Нанокompозити (наприклад наноглинисті композити)
Розмірність 2D	Нановолокна, нанотрубки, нанострижні, нанодріт	Нановолокна, нанотрубки, нанострижні, нанодріт	Нанокompозити (наприклад композитні нанотрубки)
Розмірність 3D	Наночастинки, нанокапсули, квантові точки, дендримери, фулерени, алмазоїди, наноіони	Наночастинки, капсульовані наночастинки	Масивні нанопористі матеріали, масивні нанокристалічні матеріали, масивні нанокompозити

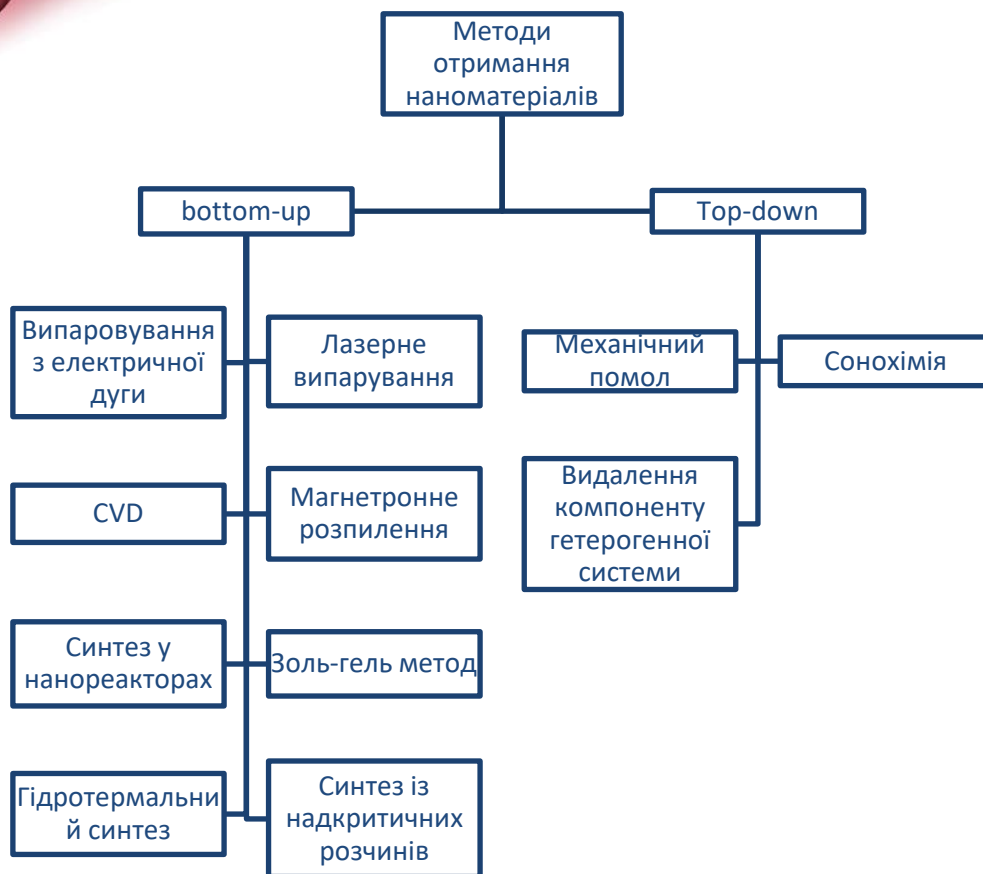


## Методи отримання наноматеріалів

- 1. Нерівноважність систем. Практично всі наносистеми термодинамічно нестійкі, і їх отримують в умовах, далеких від рівноважних, що дозволяє домогтися спонтанного зародкоутворення і уникнути зростання і агрегації сформувалися наночастинок.
- 2. Висока хімічна однорідність. Однорідність наноматеріалів забезпечується, якщо в процесі синтезу не відбувається поділу компонентів як в межах однієї наночастинок, так і між частинками.
- 3. Монодисперсність. Так як властивості наночастинок надзвичайно сильно залежать від їх розміру, для отримання матеріалів з гарними функціональними характеристиками необхідно синтезувати частинки з досить вузьким розподілом за розмірами.
- Однак виконання цих умов при синтезі наночастинок не завжди виявляється обов'язковим. Наприклад, розчини поверхнево активних речовин (міцелярні структури, плівки Ленгмюра-Блоджетт, рідкокристалічні фази), є термодинамічно стабільними і тим не менш є основою для формування різноманітних наноструктур.
- Всі методи отримання наноматеріалів можна розділити на дві великі групи за типом формування наноструктур: підхід «зверху вниз» (bottom-up) характеризується зростанням наночастинок або складанням наночастинок з окремих атомів; а методи, які відносяться до групи «знизу вгору» (top-down), засновані на "дробленні" частинок до нанорозмірів .
- Інша класифікація є дуже умовною і передбачає поділ методів синтезу за способом отримання і стабілізації наночастинок. Відповідно до цієї класифікації методи синтезу наночастинок поділяють на хімічні та фізичні, а іноді виділяють ще й механічні. Однак чіткої межі між цими групами методів не існує. До чисто хімічних методів можна віднести такі способи отримання, в яких наночастинок утворюються з прекурсорів, що не піддаються сильним впливів, наприклад, випаровуванню.

# molecule

## Методи отримання наноматеріалів





# molecule

## Питання для перевірки матеріала лекції

- 1. Розміри наноматеріалів.
- 2. Наноматеріали - це
- 3. Класифікація НМ за складом, розподілом та формою структурованих складових.
- 4. Нанооб'єкти (0D), (1D), (2D).
- 5. Методи отримання наноматеріалів.



**molecule**

Дякую за увагу!