

І. В. Коваленко

# Нанонаука

**НАНОНАУКА** (від нано... та наука). Н. зародилася на стику фізики конденсованих систем, неорганічної хімії, фізичної хімії, біохімії, електроніки і є інтегров. наукою типу кібернетики. Вона відображає сучасну тенденцію до мініатюризації та визначає межі зменшення структур. одиниць різноманіт. пристроїв. У певному розумінні Н. є своєрід. містком між атомно-молекуляр. та колоїдно-дисперс. рівнями матеріал. об'єктів. У процесі еволюції уявлень про наносистеми сформувалися заг. принципи і підходи до їх аналізу незалежно від природи компонентів, що утворюють наносистему. Її можна визначити як набір  $n$ -вимір. нанооб'єктів – нульвимірних (0D) наночастинок (квант. точок), одновимірних (1D) волокон або нанодротин, двовимірних (2D) наноплівочок, просторових (3D) нанокристалів чи агрегатів, протяжність яких хоча б в одному вимірі знаходиться в межах 0,1–100 нанометрів (нм), а також властивостей цих об'єктів і взаємодії між ними. Крім того, як обов'язк. компонент до складу наносистеми також входить довкілля. Така система неоднорідна, бо, по-перше, неоднорідним є середовище, а, по-друге, нанотіла також неідентичні. Розміри наночастинок суттєво впливають на магнітні, електр., оптичні властивості наносистем. Напр., залежність енергет. властивостей сферич. наночастинок від їхнього розміру можна виразити співвідношенням  $E = \alpha r^3 + \beta r^2 + \gamma r$ , де  $r$  – радіус частинки;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – деякі константи. Перший чл. у цьому співвідношенні виражає об'ємну енергію, другий – поверхневу, третій – характеризує поверхн. натяг. У наночастинках значна кількість атомів знаходиться на поверхні і, відповідно, їх частка зростає зі зменшенням розмірів наночастинок. Одночасно збільшується внесок поверхн. атомів у заг. енергію системи. Звідси впливає низка важливих термодинам. наслідків, зокрема: зниження температури плавлення, зміна температури поліморф. перетворень, збільшення розчинності, зміщення хім. рівноваги. Тому на підставі великої кількості експерим. даних і результатів теор. розрахунків можна стверджувати, що розмір частинок є термодинам. змінною, що разом з іншими визначає стан системи і реакційну здатність наночастинок. Розмір наночастинок, що суттєво впливає на оптичні властивості, можна розглядати як аналог температури щодо впливу на стан хім. рівноваги чи на швидкість реакції. Спектрал. характеристики наночастинок визначаються їхніми розмірами, отже, дослідж. оптич. властивостей наносистем дає змогу знайти розміри їх структур. одиниць і, навпаки, використовуючи ті самі частинки, але ін. розміру, можна змінити оптичні характеристики системи загалом.

Нанорозмір. ефект також чітко проявляється у мех. властивостях наносистем. Перехід пластич. металів у нанокристаліч. стан супроводжується збільшенням їхньої твердості у 4–6 разів, а крихких матеріалів (нітридів, карбідів, боридів тощо) – у 2–3 рази порівняно зі звичай. полікристаліч. зразками. Наночастинки не є індивід. хім. сполуками – це суператомні та надмолекулярні утворення, що входять до складу нерівноваж. наносистеми. Тому термодинам. описання фазової чи хім. рівноваги в наносистемах зустрічає значні труднощі, оскільки тут не прийнятні класичні підходи, що використовують для аналізу рівноваж. хім. систем. Нанотехнологія – це сукупність методів виробництва продуктів із заданою атом. структурою шляхом маніпулювання атомами та молекулами. Префікс нано- означає одну мільярдну ( $10^{-9}$ ) частку якої-небудь одиниці (напр., метра), а атоми й найдрібніші молекули мають розмір порядку 0,1 нм. Засн. нанотехнологій можна вважати грец. філософа Демокрита, який 2400 р. тому вперше використав слово «атом» для описання найменшої частинки речовини. 1905 А. Айнштейн опублікував роботу, в якій довів, що розмір молекули цукру складає приблизно 1 нм. 1931 нім. фізики М. Кнолл та Е. Руска створили електрон. мікроскоп, який уперше дозволив досліджувати нанооб'єкти. 1959 амер. фізик Р. Фейнман уперше опублікував роботу, де оцінювалися перспективи мініатюризації, та науково довів, що з точки зору фундам. законів фізики немає ніяких перешкод для того, щоб створювати речі безпосередньо з атомів. Він навіть призначив приз у 1000 дол. тому, хто перший запише сторінку з книги на головці шпильки, що, між іншим, було здійснено вже 1964. Співробітники наук. підрозділу амер. компанії «Bell» А. Чо і Дж. Артур 1968 розробили теор. основи нанооброблення поверхонь. 1974 япон. фізик Н. Танігучі увів у наук. користування слово «нанотехніка», запропонувавши так називати механізми розміром менше 1 мікрона. 1981 нім. фізик Г. Бінніг і швейцар. учений Г. Рорер створили сканувал. тунел. мікроскоп – прилад, що дозволяє здійснювати вплив на речовину на атомар. рівні (Нобелівська премія, 1986). Амер. фізики Р. Керл, Г. Крото та Р. Смоллі 1985 винайшли технологію, що уможливорює точно вимірювати предмети діаметром в 1 нм. 1986 створ. атомно-силовий мікроскоп, що дозволяє, на відміну від тунельного, здійснювати взаємодію з будь-якими матеріалами, а не лише з електропровідними. 1986 нанотехнологія стала відомою для широкої аудиторії, амер. футуролог Е. Дрекслер опублікував книгу, в якій передбачив, що найближчим часом вона почне активно розвиватися. Вже 2004 світ. інвестиції в нанотехнології склали бл. 12 млрд дол., а 2020, за версією Всесвіт. екон. форуму, ринок кінц. нанопродуктів зріс до 1,5 трлн дол. В Україні Н. розвивається в рамках цільової комплекс. програми фундам. дослідж. «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» НАНУ, програми фундам. дослідж. Міністерства освіти і науки України та ін. програм мін-в і відомств.

### **Бібліографічний опис:**

Нанонаука / І. В. Коваленко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2020. – Режим доступу:

<https://esu.com.ua/article-71841>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).