

УДК 65.014.1

Г. О. ПУШКАР

*Львівський торговельно-економічний університет*

О.В. ПАХОЛЮК

*Луцький національний технічний університет*

**СТАНДАРТИ-СЛОВНИКИ: ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ  
МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В ГАЛУЗІ  
НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА НАНОМАТЕРІАЛІВ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ**

G. PUSHKAR

*Lviv trade and economic university*

O. PAKHOLIUK

*Lutsk national technical university*

**STANDARDS-DICTIONARIES: PROSPECTIVE DIRECTIONS OF THE  
DEVELOPMENT IN THE INTERNATIONAL SYSTEM OF  
STANDARDIZATION IN THE FIELD OF NANOTECHNOLOGIES AND  
NANOMATERIALS IN THE WORLD AND IN UKRAINE**

[doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2023-17-17](https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2023-17-17)

**Мета.** На основі стандартів-словників нової серії ISO/TS 80004, дослідити практику термінології і визначень основних понять та термінів у галузі нанотехнологій і наноматеріалів.

**Методика.** При проведенні досліджень автори використовували методи, передбачені чинними державними стандартами. Переглянуто низку джерел товарознавчої та економічної літератури, стандарти-словники серії ISO/TS 80004 і проведено моніторинг та систематизовано отримані дані.

**Результати.** Як показує практика, на стадії початкового розвитку будь-якого нового наукового напрямку, включаючи галузь нанотехнології, однією з пріоритетних, є проблема впровадження єдиної технічної термінології. ISO/TS 80004 є серією технічних специфікацій, які створені з метою визначення термінів та визначень, що використовуються в галузі нанотехнологій та наноматеріалів. Зрозуміло, що під час розвитку наукового напрямку в галузі нанотехнологій і наноматеріалів пріоритетним є створення єдиної технічної термінології. Вирішення термінологічної проблеми є дуже важливим і актуальним для успішного розвитку цієї галузі.

**Наукова новизна.** У статті розглянуті існуючі сьогодні стандарти термінів і визначень, що застосовують у галузі нанотехнологій та наноматеріалів. Кожна частина серії ISO/TS 80004 містить терміни та визначення, які відносяться до певної галузі нанотехнологій та наноматеріалів. Вони надають загальний стандарт для використання термінології та забезпечують зрозумілість та узгодженість в цих галузях. Ці стандарти-словники є важливим інструментом для спілкування та взаємодії між дослідниками, інженерами та іншими фахівцями, які працюють у галузі нанотехнологій та наноматеріалів. Вони допомагають забезпечити узгодженість та точність при обміні інформацією.

**Практична значимість.** Дано узагальнення специфічної термінології в галузі нанотехнологій, термінів, які використовуються для визначення наноб'єктів, вуглецевих

наноматеріалів, наноструктурних матеріалів, терміни і визначення понять, що відносяться до процесів нанотехнологічного виробництва і ін.

**Ключові слова:** стандартизація, нанотехнологія, нанопродукція, терміни і визначення, наноматеріали.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Стандартизація – загально визнаний інструмент технічного регулювання з впорядкування будь-якої діяльності. Роль стандартизації у створенні регламентованої системи понять, характеристик, методів та засобів, оцінки і контролю якості у випробуваннях, що охоплюють весь життєвий цикл нанопродукції (від виготовлення та утилізації) є дуже вагомою. Варто відзначити, що стандартизація термінології також є першочерговим завданням, оскільки вона направлена на вирішення проблематики спілкування і взаєморозуміння різних груп дослідників, науковців і виробників, як у середині однієї окремо взятої країни, так і в рамках міждисциплінарного обміну інформацією між країнами.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.** Вивчення світового досвіду досліджень і розробок в галузі створення нових наноматеріалів з унікальними властивостями і поведінкою їх в процесі експлуатації за останні десятиліття сприяло підвищеному інтересу до нанотехнологій з боку вітчизняної наукової спільноти.

Зрозуміло, що під час розвитку наукового напрямку у галузі нанотехнологій та наноматеріалів пріоритетним є створення єдиної технічної термінології. Вирішення термінологічної проблеми дуже важливе і актуальне для успішного розвитку цієї галузі.

Тому, однією з необхідних умов розвитку нанотехнологій в Україні та світі є встановлення єдиної технічної мови для міждисциплінарного спілкування й обміну інформацією, забезпечення безпеки під час виробництва нанопродукції, а також обігу наноматеріалів та споживанні інноваційної продукції на її основі.

В зв'язку з цим в 2005 році Міжнародна організація зі стандартизації International Standard Organization (ISO) і Міжнародна електротехнічна комісія International Electrotechnic Commission (IEC) проявили ініціативу щодо контрольованого й безпечного розвитку та використання нанотехнологій і створили два технічні комітети стандартизації – ISO/TC 229 Нанотехнології (Nanotechnology) і IEC/TC 113 Стандартизація нанотехнологій для електричних та електронних виробів і систем (Nanotechnology Standardization for electrical and electronic products and system) – з 45 країнами членами.

Цими організаціями із суміжними технічними комітетами проводиться скоординована політика стандартизації в галузі нанотехнологій. У наведених

назвах технічних комітетів і у виразі «нанотехнологічні стандарти» термін «нанотехнологія» являє собою мультидисциплінарне об'єднання фізичних, хімічних, біологічних, технічних і технотронних процесів, матеріалів, застосувань та концепцій з характерною особливістю – одиницею розміру.

**Цілі статті.** Метою статті є дослідження практики термінології, визначень та понять в галузі нанотехнологій і наноматеріалів. В основу роботи лягли стандарти-словники нової серії ISO/TS 80004.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Однією з першочергових вимог до впровадження нової технології є розроблення стандартів загальної термінології. Перші стандарти, розроблені технічним комітетом і затверджені у 2008 році були: ISO/TC 27687:2008 «Нанотехнології. Термінологія та визначення для нанооб'єктів. Наночастинки, нановолокна та нанопластинки»; ISO/TR 12885:2008 «Нанотехнології. Методи охорони здоров'я та безпеки в професійному оточенні у зв'язку з нанотехнологіями».

Впровадження єдиної технічної термінології має декілька важливих переваг:

- уніфікація термінології допомагає забезпечити зрозумілість та узгодженість між фахівцями з різних галузей. Це може бути особливо корисним у випадку, коли різні галузі науки та техніки співпрацюють між собою;
- використання єдиної технічної термінології зменшує можливість неправильного розуміння та помилок в комунікації. Це може допомогти знизити ризик нещасних випадків та сприяти збереженню життя;
- уніфікована термінологія може сприяти ефективнішому використанню часу та ресурсів. Фахівці зможуть швидше та ефективніше обмінюватися інформацією та працювати разом;
- використання єдиної технічної термінології допомагає забезпечити стандартизацію та зробити технічні процеси більш передбачуваними. Це може допомогти знизити витрати та збільшити ефективність виробництва;
- впровадження єдиної технічної термінології може підвищити кваліфікацію фахівців та забезпечити більшу їхню мобільність, оскільки вони зможуть ефективніше комунікувати з колегами з інших країн та регіонів.

В 2010 році ISO/TC 229 започаткувало розроблення стандартів-словників нової серії ISO/TS 80004. Цей стандарт-словник складається з восьми частин. Розглянемо основні положення кожної з частин.

ISO/TS 80004 – 1:2015. Нанотехнології. Словник. Частина 1. Основні терміни [1]. В цій частині стандарту наведені основні терміни і визначення, які є основою для розробки всієї серії стандартів ISO/TS 80004. Наведемо

визначення основних термінів цього стандарту. В стандарті наведено такі основні терміни.

Наноматеріал - матеріал щонайменш з одним зовнішнім розміром, у наношкالی або з внутрішньою чи поверхневою нанорозмірною структурою.

Нанооб'єкт – матеріальне тіло з одним, двома або трьома зовнішніми розмірами у наношкالی.

Наноструктурний матеріал – матеріал, який має внутрішню або поверхневу наноструктуру.

Поряд із зазначеними основними термінами широко використовуються на практиці і інші терміни.

Наномасштаб (нанодіапазон) – інтервал розмірів від 1 нм до 100 нм. Унікальні властивості нанооб'єктів проявляються в межах цього діапазону.

Нанонаука – галузь наукових досліджень, предметом яких є вивчення речовин з розмірами у наномасштабі.

Нанотехнологія – використання наукових знань для вивчення, проектування, виготовлення і управління будовою матеріальних об'єктів переважно в нанодіапазоні з використанням властивостей цих об'єктів або присутніх їм явищ.

Наукові основи нанотехнологій – система знань про матеріали, в яких розмірні і структурні властивості та явища проявляються в нанодіапазоні й відрізняються від тих, які притаманні окремим атомам, молекулам чи об'єктам, які за розміром перевищують нанодіапазон.

Наноструктура – композиція із взаємозв'язаних складових частин різних речовин, одна або декілька з них мають лінійні розміри в нанодіапазоні.

Технічний наноматеріал – наноматеріал, виготовлений з визначеними властивостями або складом.

Промисловий наноматеріал – наноматеріал навмисно виготовлений з визначеними властивостями або складом.

Побічний матеріал – наноматеріал неумисно утворений під час процесу.

Нанотехнологічне виробництво – навмисний синтез, виготовлення і управління властивостями наноматеріалів або окремі етапи процесу (технологічного, біотехнологічного чи іншого) виготовлення в нанодіапазоні для комерційних цілей.

Нанотехнологічна продукція – продукція, унікальні, експлуатаційні й функціональні характеристики якої отримані з використанням нанотехнологій.

Нанорозмірна властивість – характеристика нанооб'єкта або його ділянки розмірами в нанодіапазоні.

Нанорозмірний ефект – ефект який виникає внаслідок присутності нанооб’єктів, або ділянок розмірами в нанодіапазоні.

ISO/TS 80004 – 2:2015 Нанотехнології. Словник. Частина 2. Нанооб’єкти. Терміни і визначення [2].

В стандарті представлено три основних нанооб’єкти: наночастинка, нановолокно, нанопластинка.

Наночастинка - нанооб’єкт, лінійні розміри якого за усіма трьома вимірами знаходяться в нанодіапазоні.

Нановолокно - нанооб’єкт з двома лінійними розмірами в нанодіапазоні, а третій значно більший за розмірами. Цей термін включає і такі терміни:

- нанодріт – електропровідне або напівпровідне нановолокно;
- нанотрубка – порожнисте нановолокно;
- нанострижень – жорстке суцільне нановолокно.

Нанопластинка - нанооб’єкт з одним лінійним розміром у нанодіапазоні і двома значно більшими розмірами.

ISO/TS 80004 – 3:2020. Нанотехнології. Словник. Частина 3. Нанооб’єкти вуглецеві. Терміни і визначення [3]. В стандарті відзначається, що за останні роки були синтезовані або виготовлені різні нові форми вуглецевих наноматеріалів, в тому числі фулерени і вуглецеві нанотрубки. Вони є перспективними наноматеріалами для багатьох галузей нашої індустрії, тому, що їм властиві унікальні електронні, електромагнітні, термічні, оптичні і механічні властивості. В зв’язку з цим в документі введені нові терміни, які описують вуглецеві нанооб’єкти, специфічні типи вуглецевих наночастинок, нанотрубок і нанопластнок.

До основних нанооб’єктів відносяться наноаніон, наноконус і нанострічка; до наносполук – фулерен, ендоедричний фулерен, металофулерен, вуглецевий наноаніон; до специфічних нанооб’єктів – вуглецеве нановолокно, графітове нановолокно, наноаніон, одностінна і двостінна вуглецеві трубки, вуглецева нанострічка.

ISO/TS 80004 – 4:2011 Нанотехнології. Словник. Частина 4. Наноструктурні матеріали. Терміни і визначення. В стандарті наведено п’ять основних категорій і видів наноструктурних матеріалів [4].

Наноструктурний порошок – порошок (сукупність дискретних частинок), який містить наноструктурні агломерати, наноструктурні агрегати і інші частинки наноструктурного матеріалу (ядро-оболонка, наноструктурна капсула).

Нанокомпозиційний матеріал (нанокомпозит) – тверда речовина, яка складається із двох або більше розділених фаз, з яких одна або більше є

нанофазами – полімерноматричний нанокompозит, металоматричний нанокompозит, керамічноматричний нанокompозит.

Тверда нанопіна – матеріал з твердою наноматрицею, заповненою газовою фазою і має не високу щільність.

Нанопористий матеріал – твердий матеріал з нанопорами.

Рідка нанодисперсія – гетерогенний матеріал, який містить нанооб'єкти, або нанофази дисперговані в рідкій фазі – наносуспензія, наноемульсія, рідка нанопіна, наноерзоль.

ISO/TS 80004 – 5:2011. Нанотехнології. Словник. Частина 5. Нано-біо-інтерфейс границя [5].

В стандарті відзначено, що поєднання нанотехнологій та біології є одним з найбільш цікавих і технологічно перспективних явищ сучасної науки. Сучасні дослідження сприяють новим можливостям розвитку біомедичних і фармацевтичних напрямів, більш глибокому розумінню розповсюдження і поглинання нанооб'єктів у живому організмі, включенню високотехнологічних підходів до транспортування ліків у людське тіло, високій чутливості і селективним хімічним сенсорам, а також новітнім методам усунення забруднення навколишнього середовища.

В стандарті також наведено пов'язані з основоположними поняттями терміни: нанобіотехнологія, біонанотехнологія, біометрична нанотехнологія, нанотоксикологія, білкова корона.

Нанобіотехнологія – сукупність технологічних методів, які базуються на використанні наукових основ нанотехнологій в біології або біотехнології.

Біонанотехнологія – галузь знань, яка вивчає використання біологічних методів в нанотехнологіях, включаючи використання біологічних молекул в наноматеріалах, розмір яких знаходиться в нанодіапазоні.

Біометрична нанотехнологія – технологія, яка ґрунтується на використанні принципів біології під час розроблення чи виготовлення наноматеріалів, які знаходяться в нанодіапазоні.

Нанотоксикологія – галузь знань, яка вивчає використання токсикології в дослідженні наноматеріалів.

Білкова корона – біомолекули, що адсорбовані на поверхні нанооб'єктів, які знаходяться в біологічному середовищі.

ISO/TS 80004 – 6:2021 Нанотехнології. Словник. Частина 6. Характеристика нанооб'єктів і методи їх визначення [6].

В вступній частині стандарту і в розділі 1, відзначається, що цей стандарт необхідний для забезпечення правильного розуміння спеціалістами інформації про основні розмірні характеристики нанооб'єктів, їх властивостей і методи

дослідження цих характеристик, а також обміну між науковцями результатами їх досліджень.

В цьому стандарті терміни згруповані ще за такими розділами:

Розділ 2 «Основні терміни і визначення». Ці терміни вже були описані раніше в частині 1.2,3 словника – нанодіапазон, нанооб'єкт, наночастинка, нановолокно, нанотрубка, квантова точка, агломерат, агрегат, аерозоль, суспензія.

Розділ 3 «Терміни і визначення понять, які відносяться до розмірів нанооб'єктів і методів їх визначення».

Спочатку наведено наступні терміни, які стосуються розміру і форми нанооб'єкту – розмір частинки, розподіл частинок за розмірами, форма частинки, аспектне співвідношення (відношення довжини до ширини), еквівалентний діаметр, хімічна характеристика поверхні об'єкту, хімічний склад об'єкту, площа поверхні ін. За кожною характеристикою описані методи їх дослідження.

Розділ 4 «Терміни і визначення понять, які відносяться до методів хімічного аналізу окремих характеристик нанооб'єкту – різні види спектроскопії, люмінесценції, фотолюмінесценції, томографії, поляризації».

Розділ 5 «Терміни і визначення понять, які відносяться до інших методів визначення інших характеристик нанооб'єктів (п'єзоелектричне мікрозважування, термогравіметрія, колориметрія, рентгенівські випромінювання, електрокінетичний потенціал (дзета-потенціал)).

ISO/TS 80004 – 7:2011. Нанотехнології. Словник. Частина 7. Нанотехнології в медицині [7].

В вступній частині і в першому розділі цього стандарту відзначається, що наночастинки і наноматеріал знаходять широке застосування у виробництві лікарських засобів та медичного обладнання, які використовуються під час діагностування і лікування захворювань. З огляду на це, стандарт забезпечить послідовне і недвозначне використання термінів для медичних працівників, виробників, споживачів, технологів, регулюючих органів, неурядових організацій та вчених.

У другому розділі стандарту «Основні терміни і визначення» наведено визначення термінів, які вже трактувалися в інших частинах словника цієї серії (1, 2, 3) – наноматеріал, наночастинка, нанооб'єкт, нановолокно, нанотехнологія, нанодіапазон, наукові основи нанотехнології та ін.

У третьому і четвертому розділах наведені терміни і визначення понять, які відносяться до нанооб'єктів і їх властивостей, що використовують під час діагностування і лікування захворювань – нановплив, замаскований нанооб'єкт,

наночип, нанопоровий сенсор, наноносій (транспортний нанооб'єкт), нанокапсула, наноголка, нанопорова мембрана, наноямка, наноканал, нанопінцет, нанорозмірний контрастуючий агент і ін.

ISO/TS 80004 – 8:2020 Нанотехнології. Словник. Частина 8. Процеси технологічного виробництва [8].

В передмові і першому та другому розділах цього стандарту наводиться інформація, що стосується аспектів сфери застосування нанотехнологій. В стандарті відзначається, що нанотехнологічне виробництво – це використання наукових винаходів і нових знань у галузі нанотехнологій для виготовлення продукції та нанопродукції. В цьому стандарті встановлені терміни і визначення понять, які відносяться до процесів, які використовуються на стадії розробки (синтезу) нанопродукції і на етапах їх впровадження у виробництво. Відзначається, що процеси нанотехнологічного виробництва використовуються в різних галузях : в напівпровідниковій промисловості при створенні мікропроцесорів, при виготовленні електроніки і телекомунікаційного обладнання; в аерокосмічній й оборонній промисловості; в галузі енергетики і транспорту; в хімічній промисловості, включаючи виробництво пластмас і кераміки; в лісовій промисловості; в деревообробній промисловості; в целюлозо-паперовій промисловості; в харчовій промисловості і при виготовленні упаковки для харчових продуктів; в біомедицині; біотехнології і фармацевтичній промисловості; в легкій і парфюмерно-косметичній промисловості, включаючи виробництво одягу і товарів особистої гігієни.

Також відзначається, що просування нанотехнологій з лабораторії в серійне виробництво вимагає ретельного вивчення питань виробничого процесу, включаючи дизайн продукту, надійність і якість, проектування та контроль процесів, операцій в цехах, управління ланцюгом поставок, безпеку та здоров'я на робочому місці під час виробництва, використання та обробки наноматеріалів. Нановиробництво охоплює спрямовані методи самоскладання та складання, синтетичні методології та процеси виготовлення, такі як літографія та біологічні процеси. Нановиробництво також включає спрямоване складання «знизу вгору», обробку з високою роздільною здатністю «зверху вниз», розробку молекулярних систем та ієрархічну інтеграцію з системами більшого масштабу.

В стандарті наведені терміни і визначення, об'єднані в окремі розділи і підрозділи, які відносяться до конкретної групи або підгрупи процесів нанотехнологічного виробництва.

3. Терміни, що стосуються основних понять нанотехнологічного виробництва.



Спільне осадження – одночасне осадження двох або більше вихідних матеріалів.

Подрібнення – дроблення або подрібнення для зменшення розміру частинок.

Спрямоване складання – кероване формування структури, кероване зовнішнім втручанням з використанням компонентів в нанорозмірі, які можуть мати будь-яку визначену модель.

Спрямоване самоскладання – самозбірка під впливом зовнішнього втручання з метою створення бажаної структури, орієнтації або шаблону.

Літографія – відтворюване створення візерунка. Малюнок може бути сформований у матеріалі, чутливому до випромінювання, або шляхом перенесення матеріалу на підкладку одним із таких способів: перенесення, друк або пряме написання.

Багатошарове осадження – почергове осадження двох або більше вихідних матеріалів для створення композиційної шарової структури.

Нанофабрикація – комплекс заходів для навмисного створення нанооб'єктів або наноструктурних матеріалів.

Нановиробництво – навмисний синтез, генерація або контроль наноматеріалів, або етапи виготовлення в нанорозмірі для комерційних цілей

Нановиробничий процес – сукупність видів діяльності з навмисного синтезу, створення або контролю наноматеріалів, або етапів виготовлення в нанорозмірі для комерційних цілей.

Самоскладання – автономна дія, за допомогою якої компоненти організовуються в моделі або структури.

Нановиробництво «зверху вниз» – процеси, які створюють структури нанорозміру з макроскопічних об'єктів.

#### 4. Терміни, що стосуються керованого складання.

Вузол з електростатичним приводом – використання електростатичної сили для орієнтації або розміщення нанорозмірних елементів у пристрої чи матеріалі.

Рідинне вирівнювання – використання потоку рідини для орієнтації нанорозмірних елементів у пристрої чи матеріалі.

Ієрархічна асамблея – використання більш ніж одного типу процесу нановиробництва для керування конструкцією в кількох масштабах довжини.

Вузол з магнітним приводом – використання магнітної сили для збирання елементів (частинок) на нанорозмірі у бажану схему чи конфігурацію.

Складання на основі форми – використання геометричних форм наночастинок для досягнення бажаного малюнка або конфігурації.

Супрамолекулярна збірка – використання нековалентного хімічного зв'язку для збирання молекул або наночастинок з поверхневими лігандами.

Перенесення «поверхня на поверхню» – перенесення наночастинок або структур з поверхні однієї підкладки, на якій вони були нанесені, вирощені або зібрані, на іншу підкладку.

5. Терміни, які пов'язані з процесами самоскладання.

Колоїдна кристалізація – осадження наночастинок із розчину, що містить нанооб'єкти та їхні агрегати та агломерати для утворення твердого тіла, яке складається з організації частинок для формування масиву повторюваних одиниць.

Графіоепітаксія – спрямована самозбірка з використанням нанорозмірних топографічних особливостей.

Іонно-променева реконструкція поверхні – використання прискореного іонного пучка для модифікації поверхні, яка може бути в нанорозмірі.

Формування плівки Ленгмюра-Блоджетта – створення плівки на межі повітря-рідина.

Модульований метод елементарних реагентів – використання прекурсорів, осаджених з парової фази, з областями контрольованого складу як матриці для формування перемежованих шарів двох або більше структур.

Утворення самозбірного моношару – спонтанне утворення організованого молекулярного шару на твердій поверхні з розчину або парової фази, викликане зв'язком молекули з поверхнею та слабкою міжмолекулярною взаємодією.

Ріст плівки Странського-Крастанова – режим росту тонкої плівки, який починається як двовимірний ріст Франка-Ван дер Мерве, а потім продовжується як тривимірний ріст Фольмера-Вебера.

Зростання Франка-Ван дер Мерве – пошарове нарощування плівки. Зростання Франка-Ван дер Мерве відповідає ситуації, коли атоми плівки мають сильніший зв'язок із підкладкою, ніж один з одним. У результаті зростання наступного шару не може початися, доки не буде завершено попередній.

Зростання Фольмера-Вебера – зростання острівної плівки. Режим росту Фольмера-Вебера відповідає ситуації, коли атоми плівки мають міцніший зв'язок один з одним, ніж з підкладкою.

6. Терміни, що стосуються синтезу.

6.1. Газова фаза процесу – Фізичні методи.

6.2. Фаза газового процесу – Хімічні методи.

6.3. Рідина фаза процесу – Фізичні методи.

6.4. Рідина фаза процесу – Хімічні методи.

6.5. Тверда фаза процесу – Фізичні методи.

6.6. Тверда фаза процесу – Хімічні методи.

7. Терміни, пов'язані з виготовленням.

7.1. Літографія з нанопатернами.

7.2. Процеси осадження.

7.3. Процеси травлення.

7.4. Друк і покриття.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Отже, успішний розвиток нового міждисциплінарного науково-технічного напрямку, який пов'язаний з нанотехнологіями, тісно залежить від створення єдиної стандартизованої і міжнародно-визнаної термінології в цій галузі. Це необхідно для ефективного професійного спілкування і взаєморозуміння як між представниками різних наук, так і між спеціалістами різних країн.

Сьогодні в галузі нанотехнологій вже запроваджено чинний ряд міжнародних термінологічних стандартів. Варто відзначити, що значна кількість стандартів ще перебувають на стадії розроблення. Активно ведеться також робота з вдосконалення міжнародних систем класифікації патентів та різних публікацій у галузі нанотехнологій.

В Україні термінологічні стандарти в галузі нанотехнологій ще не створено, тому всі фахівці, які працюють та публікуються в галузі нанотехнологій, повинні вивчати і дотримуватися стандартизованої на міжнародному рівні термінології та прийнятих систем класифікації. Вважаємо, щоб забезпечити Україні конкурентоспроможність у науково-досліджуваному секторі, необхідно створювати відповідні центри, технічні комітети, які проводитимуть гармонізацію стандартів і стимулюватимуть розроблення вітчизняних стандартів з нанотехнології.

#### Список використаних джерел / Reference

1. ISO/TS 80004-1:2015 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms. – Ed. 2015–12. – ISO, 2015. – 3 p.
2. ISO/TS 80004-2:2015 Nanotechnologies—Vocabulary—Part 2: Nano-objects. – Ed. 2015–06. – ISO, 2015. – 10 p.
3. ISO/TS 80004-3:2020 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano- objects. – Ed. 2020–11. – ISO, 2020. – 11 p.
4. ISO/TS 80004-4:2011 Nanotechnologies – Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials. – Ed. 2011–12–01. – ISO, 2011. – 7 p.
5. ISO/TS 80004-5:2011 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 5: Nano/bio interface. – Ed. 2011–12–01. – ISO, 2011. – 5 p.
6. ISO/TS 80004-6:2021 Nanotechnologies — Vocabulary — Part 6: Nano-object characterization. – Ed. 2021–03–23. – ISO, 2021. – 24 p.

7. ISO/TS 80004 - 7: 2011 Nanotechnologies - Vocabulary - Part 7: Diagnostics and therapeutics for healthcare. - Ed. 2011–10–01. - ISO, 2011. – 8 p.

8. ISO/TS 80004-8:2020 Nanotechnologies — Vocabulary — Part 8: Nanomanufacturing processes. - Ed. 2020–11. - ISO, 2020. – 29 p.

**The purpose.** *Based on the standards-dictionaries of the new ISO/TS 80004 series, research the practice of terminology and definitions of basic concepts and terms in the field of nanotechnology and nanomaterials.*

**Methodology.** *When conducting research, the authors used methods provided by current state standards. A number of sources of commodity science and economic literature, standards-dictionaries of the ISO/TS 80004 series were reviewed, and the data obtained were monitored and systematized.*

**The results.** *As practice shows, at the stage of initial development of any new scientific direction, including the field of nanotechnology, one of the priorities is the problem of introducing a unified technical terminology. ISO/TS 80004 is a series of technical specifications designed to define terms and definitions used in the field of nanotechnology and nanomaterials. It is clear that during the development of the scientific direction in the field of nanotechnology and nanomaterials, the creation of a unified technical terminology is a priority. Solving the terminological problem is very important and relevant for the successful development of this field.*

**Scientific novelty.** *The article examines the current standards of terms and definitions used in the field of nanotechnology and nanomaterials. Each part of the ISO/TS 80004 series contains terms and definitions that relate to a specific area of nanotechnology and nanomaterials. They provide a common standard for the use of terminology and ensure clarity and consistency across these fields. These standards-dictionaries are an important tool for communication and interaction between researchers, engineers and other professionals working in the field of nanotechnology and nanomaterials. They help ensure consistency and accuracy when sharing information.*

**Practical significance.** *A generalization of specific terminology in the field of nanotechnology, terms used to define nanoobjects, carbon nanomaterials, nanostructured materials, terms and definitions of concepts related to nanotechnological production processes, etc. is given.*

**Key words:** *standardization, nanotechnology, nanoproduction, terms and recognition, nanomaterials.*

*Стаття рекомендована до публікації доктором технічних наук,  
професором ЛНТУ Ткачук В.В.*

*Дата надходження в редакцію 20.12.2022 р.*