

УДК 621.762

Пушкар Г. О.,

pushkar-h@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8347-4727,

Researcher ID F-5651-2019

к.т.н., доц., доцент кафедри товарознавства та експертизи в митній справі,

Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Галик І. С.,

к.т.н., проф., професор кафедри товарознавства та експертизи в митній справі,

Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Семак Б. Д.,

д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства та експертизи в митній справі,

Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ У РОЗВИТКУ НАНОНАУКИ, НАНОТЕХНОЛОГІЙ І РИНКУ НАНОПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Анотація. У статті на основі літературних джерел і результатів власних досліджень проведено всебічний аналіз проблем, пов'язаних із розвитком стандартизації нанотехнологій і нанопродукції у світі та Україні. Встановлено, що напрям вітчизняної стандартизації у сфері наноматеріалів вважається найбільш актуальним для розвитку системи класифікації нанопродукції, яка випускається в окремих галузях промисловості (легкій, харчовій, фармацевтичній тощо). Метою статті є обґрунтування взаємозв'язку між питаннями класифікації і стандартизації розвитку нанотехнологій, асортименту отриманої на їх основі нанопродукції та визначення пріоритетних напрямів їх удосконалення у перспективі. У ході дослідження наведено аналіз змісту деяких міжнародних стандартів, присвячених розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції у світі та Україні. Доведено доцільність включення інформації про роль стандартизації у розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції в сучасні підручники з нанотехнологій, наноматеріалознавства, нанотоварознавства з ув'язкою цієї інформації з переліком ключових фахових компетентностей фахівців, зайнятих виробництвом і збутом названої нанопродукції. Відзначено, що питання розвитку стандартизації нанотехнологій і наноматеріалів потрібно враховувати під час розроблення навчальних планів та програм для студентів університетів та викладачів, які зайняті підготовкою необхідних фахівців різних спеціальностей і спеціалізацій. Доведено доцільність створення серії необхідних освітніх стандартів для підготовки фахівців для різних галузей нанотехнологій у різних сферах промисловості, медицини, сільського господарства та інших галузей в Україні.

Ключові слова: нанонаука, нанотехнології, стандартизація, гармонізація, термінологія, класифікація, уніфікація, підготовка фахівців.

Pushkar G. O.,

pushkar-h@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8347-4727,

Researcher ID F-5651-2019,

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor at the Department of Commodity Research and Expertise in Customs Business,

Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Galyk I. S.,

Ph.D., Professor, Professor at the Department of Commodity Research and Expertise in Customs Business,

Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Semak B. D.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor at the Department of Commodity Research and Expertise in Customs Business,

Lviv University of Trade and Economics, Lviv

THE ROLE OF STANDARDIZATION IN THE DEVELOPMENT OF NANOSCIENCE, NANOTECHNOLOGIES AND THE NANOPRODUCTS MARKET IN UKRAINE AND THE WORLD

Abstract. *The article, based on literature sources and the results of authors' research, provides a comprehensive analysis of the problems associated with the development of standardization of nanotechnologies and nanoproducts in the world and in Ukraine. It is determined that the direction of domestic standardization in the field of nanomaterials is considered the most relevant for the development of the classification system of nanoproducts, which are produced in certain industries (light, food, pharmaceutical, etc.). The purpose of the article is to substantiate the relationship between the classification and standardization of nanotechnologies development, the range of nanoproducts obtained on their basis and to identify priority areas for their improvement in the future. The study analyzes the content of some international standards for the development of nanotechnologies and the market of nanoproducts in the world and in Ukraine. The expediency of including information on the role of standardization in the development of nanotechnologies and the market of nanoproducts in modern textbooks on nanotechnologies, nanomaterials science, nanocommodity research for linking this information with the list of key professional competencies of specialists engaged in production and sale of nanoproducts. It is noted that the development of standardization of nanotechnologies and nanomaterials should be taken into account when developing curricula and programs for university students as well as for teachers who are engaged in training the necessary specialists in various specialties and specializations. The expediency of creating a series of necessary educational standards for training specialists in various fields of nanotechnologies for various branches of industry, medicine, agriculture and other sectors of economy in Ukraine has been proved.*

Key words: nanoscience, nanotechnologies, standardization, harmonization, terminology, classification, unification, specialist training.

JEL Classification: D47, I25, L15, M53.

DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-26-15>

Постановка проблеми. Як засвідчує аналіз літературних джерел [1–15], початок XXI століття ознаменувався у світі та Україні суттєвим зростанням у розвитку нанонауки, нанотехнологій та ринку нанопродукції у галузях техніки, медицини, промисловості, сільського господарства, будівництва тощо. При цьому варто підкреслити, що серед зарубіжних країн найбільш високі досягнення у розвитку стандартизації в названих галузях спостерігаються у США, Японії, Китаї. Слід відзначити, що для багатьох країн світу

нанотехнології та наноматеріали сьогодні стали стратегічним напрямом розвитку. Про це переконливо свідчить широке використання нанотехнологій і наноматеріалів в електроніці, машинобудуванні, енергетиці.

Задля успішного розвитку нанонауки, нанотехнологій і ринку нанопродукції в Україні, як і в багатьох зарубіжних країнах, створені державні цільові програми для реалізації цих завдань.

Як засвідчує аналіз наведених літературних даних [1–15], паралельно з розвитком нанона-

уки, наноматеріалів і ринку нанопродукції у світі та Україні почалася розвиватися відповідна галузь стандартизації в названих галузях, яка безпосередньо пов'язана з такими складниками:

- нормування відповідних термінів і визначень;
- номенклатура різноманітних груп наноматеріалів та їх властивостей;
- нормування показників якості та безпечності наноматеріалів різних способів виробництва та призначення;
- методика тестування рівня новизни та унікальності нових видів наноматеріалів, а також їх негативного впливу на здоров'я людини та забруднення довкілля від процесів їх виробництва та експлуатації;
- оцінювання рівня токсичності та гігієнічності наноматеріалів одягового, медичного та спеціального призначення.

При цьому необхідно відзначити, що нині у світі загалом та Україні зокрема вже розроблено та обґрунтовано значну кількість міжнародних і національних стандартів [1–3], присвячених розвитку нанонауки, нанотехнологій та нанопродукції різного цільового призначення.

Аналізуючи проблеми розвитку вітчизняної стандартизації у галузі нанотехнологій та наноматеріалів, зазначаємо, що вимагають подальшого вдосконалення такі аспекти:

- системи гармонізації національних стандартів із відповідними міжнародними стандартами в названих галузях;
- системи стандартів України, пов'язаних із оцінюванням впливу нанотехнологій і нанопродукції на охорону здоров'я людини та довкілля від негативного впливу;
- системи класифікації видового та внутрішньовидового асортименту нанопродукції різного цільового призначення, її відповідного маркування та кодування.

Узагальнюючи наведену в літературних джерелах [1–15] інформацію про роль і значущість стандартизації у розвитку нанонауки, нанотехнологій і наноматеріалів у світі та Україні, можемо стверджувати таке:

- існує нагальна потреба подальшого розвитку названих галузей, створення єдиних та відповідних на міжнародному рівні термінів і визначень у цих сферах;
- результатом досягнення в цій галузі можна вважати розроблення та видання останніми роками значної кількості міжнародних термінологічних стандартів;

– виникає потреба створення та наукового обґрунтування основних напрямів розвитку стандартизації в галузі нанотехнологій і нанопродукції різного цільового призначення;

- існує потреба виявлення та обґрунтування пріоритетних напрямів розвитку вітчизняної системи стандартизації в названих галузях;
- основна увага повинна бути приділена безпеці нанопродукції у харчовій та медичній промисловості.

У підсумку вважаємо за доцільне систематизувати наявну в літературі інформацію, присвячену розкриттю ролі міжнародної і вітчизняної стандартизації у розвитку нанонауки, нанотехнологій та наноматеріалів у світі загалом та Україні зокрема.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Задля виявлення напрямів пріоритетного розвитку системи стандартизації в галузі нанотехнологій та ринку наноматеріалів в Україні та світі вважаємо за доцільне надати коротку анотацію вибраних нами для аналізу літературних джерел [1–15].

Авторами роботи [1] наведено перелік основних об'єктів стандартизації в галузі нанотехнологій і наноматеріалів у світі та Україні, а саме термінології, номенклатури видового асортименту наноматеріалів різного цільового призначення, показників токсичності, методик оцінки новизни й оригінальності наноматеріалів, впливу нанотехнологій і наноматеріалів на довкілля. У роботі також виявлено напрями розроблення нових стандартів стосовно нанотехнологій і наноматеріалів у Великобританії, США та Японії.

Автором роботи [2] узагальнено зарубіжний досвід міжнародної стандартизації у сфері нанотехнологій і ринку наноматеріалів. При цьому основну увагу приділено питанням стандартизації термінології нанопродукції, яка виробляється в Англії, США та Росії. Обґрунтовано доцільність розроблення та стандартизації єдиної міжнародно визнаної термінології в названій галузі.

Автори роботи [3] наголошують на тому, що особливим аспектом стандартизації в галузі нанотехнологій і наноматеріалів є вирішення завдань, що стосуються забезпечення ресурсо- та енергозбереження, безпеки технологічних процесів і впливу на здоров'я людини. Підкреслюється, що найбільших успіхів у цій галузі досягли США, Японія та Великобританія.

Автором роботи [4] розкрито роль стандартизації термінології для обґрунтування системи класифікації нанотехнологій і наноматеріалів різного цільового призначення. Визначається, що саме цей напрям вітчизняної стандартиза-

ції у сфері наноматеріалів вважається найбільш актуальним для розвитку системи класифікації нанопродукції, яка випускається в окремих галузях промисловості (легкій, харчовій, фармацевтичній тощо).

У роботі [5] надано аналіз змісту деяких міжнародних стандартів, присвячених розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції у світі та Україні. Розглянуто основні напрями розвитку та застосування міжнародних стандартів у галузі розвитку нанотехнологій і наноматеріалів у різних зарубіжних країнах. Розглянуто зміст окремих міжнародних стандартів, опублікованих останніми роками.

Авторами роботи [6] зроблено всебічний аналіз проблем, пов'язаних із розвитком стандартизації нанотехнологій і нанопродукції у світі та Україні. Оцінено роль США, Японії, Великобританії у вдосконаленні методів оцінювання безпеки нанотехнологій і нанопродукції. Наведено аналіз перспективних методів оцінювання рівня безпеки наноматеріалів різного цільового призначення.

Авторами роботи [7] надано аналіз сучасних проблем розвитку стандартизації у галузі нанотехнологій і нанопродукції в Україні та світі. Автори підкреслюють, що система стандартів у галузі розвитку нанотехнологій включає термінологію, номенклатуру наноматеріалів, методи контролю їх якості та безпечності, а також оцінку їх різноманітних властивостей. Обґрунтовано доцільність державної підтримки розвитку системи стандартизації у галузі нанотехнологій і ринку наноматеріалів в Україні.

Авторами роботи [8] підкреслюється необхідність створення в Україні серії необхідних стандартів, у яких би регламентувались конкретні методи оцінювання безпеки нанотехнологій, отриманої нанопродукції різного цільового призначення.

Автором роботи [9] розглянуто проблеми розвитку стандартизації у галузі нанотекстилю в Україні. При цьому основна увага приділена створенню надійних методів оцінювання безпеки нанотехнологій та особливо наноматеріалів для оцінки їх впливу на здоров'я людини.

Авторами роботи [10] розглянуто проблеми у галузі нанотехнологій і нанопродукції харчової промисловості України. Особлива увага приділена стандартам і методам оцінювання безпечності харчових нанопродуктів. Обґрунтовано доцільність подальшого розширення об'єктів стандартизації в галузі застосування нанотехнологій у харчовій промисловості України. Значна

увага приділена створенню необхідних стандартів для оцінювання впливу нанотехнологій харчової продукції на стан довкілля.

Авторами роботи [11] проведено аналіз нормативно-технічної бази розвитку нанотехнологій та стандартизації. Рекомендується стандарти на нанотехнології об'єднати у такі групи:

- термінологічні стандарти, що стосуються вимірів об'єктів;
- стандарти на сумісність і взаємозамінність;
- стандарти на оцінювання якості та безпечності нанопродукції.

На думку авторів роботи [12], одним із ключових завдань розвитку нанотехнологій є стандартизація, тобто стандартизація параметрів, властивостей матеріалів, об'єктів, елементів і структур нанотехнологій, які підлягають вимірюванню. Наступним не менш важливим напрямом у розвитку стандартизації слід вважати стандартизацію термінів та визначень у різних галузях нанонауки й нанотехнологій, націлених на вирішення проблем спілкування і взаєморозуміння науковців названих галузей не тільки окремих країн, але й у межах міждисциплінарного обміну інформацією між окремими країнами. При цьому особливим аспектом стандартизації вважається забезпечення рівня безпеки й здоров'я людей, пов'язаних із виробництвом і використанням різноманітної нанопродукції, а також впливом на безпеку довкілля.

Автором роботи [13] названо такі невирішені питання стандартизації у галузі розвитку нанотехнологій:

- недостатнє вивчення впливу нанотехнологій і наноматеріалів на здоров'я людей і навколишнє середовище;
- відсутність системної класифікації нанотехнологій і нанопродукції на їх основі;
- обмеженість наявних стандартів та інших нормативних документів у галузі нанотехнологій і наноматеріалів;
- недостатня зацікавленість промисловості і бізнесу нанопродукції в розробленні необхідних стандартів у галузі нанотехнологій.

Автори роботи [14] наводять інформацію Технічного комітету ISO 229 «Нанотехнології» (ISO/TS229) про розвиток міжнародної стандартизації за такими напрямами:

- терміни й визначення;
- метрологія, методи досліджень і вимірів;
- стандартні взірці складу і властивостей матеріалів;
- моделювання процесів;

- медицина й безпека;
- вплив на довкілля.

Автори роботи [15] наводять аналіз трьох міжнародних стандартів, затверджених Технічним комітетом ISO/TS229 «Нанотехнології», які стосуються технології виробництва металевих частинок, визначення їх параметрів, аналізу вмісту ендотоксину та оцінювання можливості використання їх у медицині.

Постановка завдання. Мета статті полягає в тому, щоб основі аналізу літературних джерел [1–15] встановити та обґрунтувати взаємозв'язок між питаннями класифікації і стандартизації розвитку нанотехнологій, асортименту отриманої на їх основі нанопродукції та визначення пріоритетних напрямів їх удосконалення в перспективі з огляду на досягнення вітчизняної та міжнародної системи стандартизації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для реалізації вибраної мети роботи вважаємо за доцільне вирішити такі завдання:

- виявити та обґрунтувати основні напрями використаних нанотехнологій для формування вітчизняного сегменту ринку;
- надати класифікацію видового асортименту отриманої в Україні нанопродукції різного цільового призначення;
- виявити та обґрунтувати пріоритетні напрями розвитку вітчизняної та міжнародної стандартизації у галузі розвитку нанотехнологій і нанопродукції.

Слід підкреслити, що проблеми уніфікації питань термінології, стандартизації та класифікації у галузях розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції різного цільового призначення, на наш погляд, потребують більш глибоких комплексних товарознавчих, матеріалознавчих та маркетингових досліджень.

Більш того, подальше вдосконалення порушених питань потребує невідкладного розгляду та детального опису у відповідних підручниках і навчальних посібниках з різних видів нанотехнологій, а також товарознавства й матеріалознавства для фахівців різних спеціальностей та спеціалізацій, включених у навчальні плани в галузі застосування нанотехнологій та комерціалізації отриманої на їх основі нанопродукції різного цільового призначення.

Розглядаючи роль стандартизації у розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції в Україні та світі, вважаємо за доцільне розглянути наявні системи та види стандартів у цих галузях. Як засвідчує аналіз літературних джерел [1–15],

проблемами стандартизації у сфері нанотехнологій і ринку нанопродукції займаються фахівці різних країн. Узагальнюючи результати їхньої роботи [4], маємо відзначити, що наявні сьогодні види стандартів у галузях використання нанотехнологій і розвитку ринку нанопродукції можна групувати за походженням, терміном дії, сферою застосування та іншими ознаками [1–15]. Наприклад, стандарти мають різні рівні дії [4], такі як корпоративні, галузеві, національні, міжнародні.

Наведемо приклади поширених у світі та Україні стандартів, що стосуються розвитку нанотехнологій та комерціалізації нанопродукції на їх основі.

1) ISO 10801. Нанотехнології. Формування методом випаровування/конденсації. Стандартом встановлюються вимоги та рекомендації щодо створення наночастинок срібла у вигляді аерозолів.

2) ISO 10808. Нанотехнології. Визначення характеристик наночастинок в інгаляційних камерах для тестування інгаляційної токсичності.

3) ISO 29701. Нанотехнології. Аналіз зразків із наноматеріалів на вміст ендотоксину.

4) ISO/TR 12885. Нанотехнології. Техніка безпеки та захисту здоров'я працюючих у нанотехнологічному виробництві. У стандарті містяться характеристики, які визначають вплив нанотехнології на здоров'я працівників цього виробництва.

Питання розвитку стандартизації у галузях нанотекстилю та наноматеріалів в Україні описані в такій літературі [4]:

1) Термінологічна робота. Гармонізування понять та термінів: ДСТУ ISO 860-99. Київ : Держстандарт України, 1999. 8 с.

2) Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять: ДСТУ 3966. Київ : Держстандарт України, 2000. 32 с.

3) Термінологічна робота : словник термінів. Ч. 1 : Теорія та використання: ДСТУ ISO 1087-1: 2007. Київ : Держстандарт України, 2007. 28 с.

Підсумовуючи наявну в літературі інформацію про роль стандартизації у розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції в Україні та світі, маємо відзначити потребу більш глибокого розгляду цієї проблеми. Це стосується, на наш погляд, перш за все таких питань:

- виявлення та оцінювання впливу окремих нанотехнологій і наноматеріалів на стан здоров'я людини та забруднення довкілля;

- збільшення обсягів виробництва та розширення асортименту «зелених» наноматеріалів різного цільового призначення;

– нагальна потреба створення та обґрунтування державних програм з широким використанням фахівців різного профілю задля вирішення різноманітних питань чи проблем під час використання нанотехнологій у різних галузях промисловості, зокрема медицині, сільському господарстві, з відповідним залученням у них загальноприйнятих стандартних термінологій.

Необхідно відзначити, що сьогодні існує потреба включення в підручники для ВНЗ із нанотехнологій, наноматеріалів питання зі стандартизації і класифікації. Ці питання повинні обов'язково бути включені у відповідні освітні стандарти з цих проблем.

Висновки і перспективи подальших досліджень у цьому напрямі. На наш погляд, існує нагальна потреба включення інформації про роль стандартизації у розвитку нанотехнологій і ринку нанопродукції в сучасні підручники з нанотехнологій, наноматеріалознавства, нанотоварознавства з обов'язковою ув'язкою цієї інформації з переліком ключових фахових компетентностей фахівців, зайнятих виробництвом і збутом названої нанопродукції.

Питання розвитку стандартизації нанотехнологій і наноматеріалів обов'язково потрібно враховувати під час розроблення навчальних планів та програм для студентів університетів, які зайняті підготовкою необхідних фахівців різних спеціальностей і спеціалізацій.

Актуальним і невідкладним є завданням створення серії необхідних освітніх стандартів задля підготовки фахівців для різних галузей нанотехнологій у різних сферах промисловості, медицини, сільського господарства та інших галузей в Україні.

Уявляється доцільним виявлення та обґрунтування напрямів пріоритетного розвитку стандартизації у галузі нанотехнологій і ринку нанопродукції України у XXI столітті.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Павлыго Т.М., Сердюк Г.Г., Шевченко В.И. Стандартизация в области нанотехнологий и наноматериалов. *Наноструктурное материаловедение*. 2010. № 3. С. 70–80.
2. Павлыго Т.М. Уніфікація термінології у галузі нанотехнологій на міжнародному рівні. *Наукові нотатки*. 2011. Вип. 31. С. 240–244.
3. Лукашенко Т.В., Кушевська Н.М., Малишев В.О. Забезпечення здоров'я та безпеки, охорона навколишнього середовища – особливі аспекти стандартизації нанотехнологій і наноматеріалів.

Строительные материалы и изделия. 2014. № 2. С. 8–9.

4. Удовицкий В.Г. О терминологии, стандартизации и классификации в области нанотехнологий и наноматериалов. *Физическая инженерия поверхности*. 2008. Т. 6. № 3–4. С. 193–201.

5. Малишев В.В., Кушевська Н.Ф., Гладка Т.М., Заблоцька О.І. Стандартизація в галузі нанотехнологій та наноматеріалів: напрямки розвитку, характеристика стандартів, термінологія. *Строительные материалы и изделия*. 2013. № 3. С. 22–25.

6. Павлыго Т.М., Сердюк Г.Г., Павлыго І.Ю. Небезпека наноматеріалів і стандартизація методів її оцінки. *Наукові нотатки*. 2015. Вип. 49. С. 114–118.

7. Завражна О.М., Шевченко Є.С. Нанотехнології: вплив на суспільство, проблеми стандартизації. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2015. Вип. 127. С. 53–55.

8. Демецька О.В., Леоненко О.Б., Ткаченко Т.Ю., Леоненко Н.С. До проблеми стандартизації наноматеріалів. *Сучасні проблеми токсикології*. 2012. № 3–4. С. 101–103.

9. Шлапак О.С. Проблеми стандартизації у галузі нанотехнологій для текстильної промисловості. *Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Серія: Технічні науки*. 2011. № 1. С. 225–229.

10. Габ А.І., Калакура М.М., Кушевська Н.Ф., Малишев В.В. Нанотехнології та наноматеріали в харчовій промисловості. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2018. Т. 29 (68). № 1 (3). С. 37–41.

11. Бурганова Л.Р., Дресвянников А.Ф. Современные проблемы стандартизации в мире нанотехнологий. *Вестник Казанского технологического университета*. 2011. № 16. С. 263–272.

12. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях / под ред. М.В. Ковальчука, П.А. Тодуа. Москва : Техносфера, 2009. 136 с.

13. Окрепилов В.В. Стандартизация и метрология в обеспечении безопасности продукции. *Наноиндустрия*. 2013. Вып. 7. URL: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/3939>.

14. Лучинин В.В., Хмельницкий И.М. Международная нормативно-методическая база обеспечения безопасности в сфере наноиндустрии. *Наноиндустрия*. 2018. Вып. 3. URL: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/6960>.

15. Павлыго Т.М., Сердюк Г.Г. Утвержденные международные стандарты в области нанотехнологий. *Вісник Українського матеріалознавчого товариства*. 2014. Вип. 7. С. 177–182.

REFERENCES:

1. Pavlyigo, T.M. Serdyuk, G.G. and Shevchenko, V.I. (2010), Standartyzatsiya v oblasti nanotekhnologiy i nanomaterialov, *Nanostrukturnoe materialovedenie*, № 3, pp. 70–80.

2. Pavlyho, T.M. (2011), Unifikatsiia terminolohii u haluzi nanotekhnolohii na mizhnarodnomu rivni, *Naukovi notatky*, vyp. 31, pp. 240–244.

3. Lukashenko, T.V. Kushchevska, N.M. and Malyshev, V.O. (2014), Zabezpechennia zdorovia ta bezpeky, okhorona navkolyshnoho seredovyscha – osoblyvi aspekty standartyzatsii nanotekhnolohii i nanomaterialiv, *Stroitelnyie materialy i izdeliya*, № 2, pp. 8–9.

4. Udovitskiy, V.G. (2008), O terminologii, standartyzatsii i klassifikatsii v oblasti nanotekhnologiy i nanomaterialov, *Fizicheskaya inzheneriya poverhnosti*, T. 6, № 3–4, pp. 193–201.

5. Malyshev, V.V. Kushchevska, N.F. Hladka, T.M. and Zablotska, O.I. (2013), Standartyzatsiia v haluzi nanotekhnolohii ta nanomaterialiv: napriamky rozvytku, kharakterystyka standartiv, terminolohiia, *Stroytel'nye materyaly y yzdelyia*, № 3, pp. 22–25.

6. Pavlyho, T.M. Serdiuk, H.H. and Pavlyho, I.Yu. (2015), Nebezpeka nanomaterialiv i standartyzatsiia metodiv yii otsinky, *Naukovi notatky*, vyp. 49, pp. 114–118.

7. Zavrazhna, O.M. and Shevchenko, Ye.S. (2015), Nanotekhnolohii: vplyv na suspilstvo, problemy standartyzatsii, *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii Pedahohichni nauky*, vyp. 127, pp. 53–55.

8. Demetska, O.V. Leonenko, O.B. Tkachenko, T.Yu. and Leonenko, N.S. (2012), Do problemy standartyzatsii nanomaterialiv, *Suchasni problemy toksykolohii*, № 3–4, pp. 101–103.

9. Shlapak, O.S. (2011), Problemy standartyzatsii u haluzi nanotekhnolohii dlia tekstylnoi promyslovosti, *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky i torhivli im. M. Tuhan-Baranovskoho. Ser. Tekhnichni nauky*, № 1, pp. 225–229.

10. Hab, A.I. Kalakura, M.M. Kushchevska, N.F. and Malyshev, V.V. (2018), Nanotekhnolohii ta nanomaterialy v kharchovii promyslovosti, *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho, Serii Tekhnichni nauky*, T. 29 (68), № 1 (3), pp. 37–41.

11. Burganova, L.R. and Dresvyannikov, A.F. (2011), Sovremennyye problemy standartyzatsii v mire nanotekhnologiy, *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, № 16, pp. 263–272.

12. Nanotekhnologii, metrologiya, standartyzatsiya i sertifikatsiya v terminah i opredeleniyah, pod redaktsiyei Kovalchuka, M.V. and Todua P.A. (2009), *Tehnosfera*, Moskva, 136 s.

13. Okrepilov, V.V. (2013), Standartyzatsiya i metrologiya v obespechenii bezopasnosti produktsii, *Nanoindustriya*, vyp. 7, available at: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/3939>.

14. Luchinin, V.V. and Hmelniyskiy, I.M. (2018), Mezhdunarodnaya normativno-metodicheskaya baza obespecheniya bezopasnosti v sfere nanoindustrii, *Nanoindustriya*, vyp. 3, available at: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/6960>.

15. Pavlyigo, T.M. and Serdyuk, G.G. (2014), Utverzhdenyye mezhdunarodnyie standartyi v oblasti nanotekhnologiy, *Visnyk Ukrainkoho materialoznavchoho tovarystva*, vyp. 7, pp. 177–182.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2021