

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-328-66>

УДК 339.13:620.3

КРАВЧИК Юрій

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-2780-5605>

yrii_kravchuk@khmnu.edu.ua

РОЗВИТОК НАНОТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ РИНКОВИХ ТРЕНДІВ: ПРОСПЕКТИ ІНДУСТРІЇ 5.0

У дослідженні актуалізовано увагу до питань інноваційно-технологічного розвитку національної економіки, зокрема в аспекті поширення нанотехнологій як чинника стимулювання і масштабування індустрії 5.0 та зміцнення технологічної конкурентоспроможності національного господарства. На таких засадах метою статті визначено ідентифікацію засобів розвитку нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів та перспектив поступу Індустрії 5.0. Показано, що розвиток нанотехнологій слугує потужним чинником технологічної модернізації системи національного господарства і стосується використання і маніпулювання процесами і матеріалами об'єктів в нанометровому масштабі. Аргументовано, що розширення сектора Індустрії 5.0 є новим етапом в поступі розумних виробництв й новою фазою неоіндустріалізації, зміщення акцентів з цифрових технологій на сталий розвиток. Доведено, що нарощення нанотехнологій за разом зі поширенням Індустрії 5.0 потребує застосування системної і комплексної державної політики, яка реалізується за двома векторами: (1) економічним і (2) адміністративним. Показано, що реалізація державної політики в сфері розвитку нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів та стимулювання політиці масштабування Індустрії 5.0 потребує реалізації інституційного, економічного, організаційного та інформаційного механізмів. Визначено провідні інструменти, необхідні для розвитку в Україні нанотехнологій та масштабування Індустрії 5.0.

Ключові слова: нанотехнології, Індустрія 5.0, інноваційний розвиток, глобальний ринок, сучасні тенденції, економічна глобалізація.

KRAVCHYK Yuriy

Khmelnitskyi National University

DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF GLOBAL MARKET TRENDS: PROSPECTS OF INDUSTRY 5.0

In the study, attention is updated to the issues of innovative and technological development of the national economy, in particular in the aspect of the development of nanotechnology as a factor in the development and scaling of industry 5.0 and strengthening the technological competitiveness of the national economy. Based on these principles, the purpose of the article is to identify the means of nanotechnology development in the context of global market trends and prospects for the progress of Industry 5.0. It is shown that the development of nanotechnology serves as a powerful factor in the technological modernization of the national economy system and concerns the use and manipulation of processes and materials of objects on a nanometer scale. It is argued that the scaling of Industry 5.0 is a new stage in the development of smart manufacturing and a new phase of neo-industrialization, shifting the emphasis from aspects of digital technologies to factors of sustainable development.

The development of nanotechnology is closely correlated with another modern trend – the emergence and spread of Industry 5.0. It is a new stage in the development of smart manufacturing and a new phase of neo-industrialization, where the focus shifts from the aspects of digital technologies to the factors of sustainable development, circular production and strategic governance. In fact, it is about the introduction of a joint working environment of man and robot, as well as the creation of a smart society. Industry 5.0 is closely related not only to human-robot cooperation, the creation of robotic factories, but also focuses on the sustainable development of territories, the development of the green and blue economy, the preservation of the natural environment, and social responsibility. This reorientation is based on the notion that technology can be adapted to promote values, and that technological innovation can be based on ethical goals rather than the other way around.

It has been proven that the development of nanotechnologies in the Industry 5.0 distribution system requires the formation of a systemic and comprehensive state policy, which is implemented along two vectors: (1) economic; (2) administrative. It is shown that the implementation of state policy in the field of nanotechnology development in the context of global market trends and following the scaling policy of Industry 5.0 requires the implementation of institutional, economic, organizational and informational mechanisms. The leading tools necessary for the development of nanotechnology in Ukraine and the scaling of Industry 5.0 have been identified.

Key words: nanotechnology, industry 5.0, innovative development, global market, modern trends, economic globalization.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Як відомо, нанотехнології як тренд почали розвиватися достатньо давно. Перші згадки про них з'явилися ще у 1860-х роках, коли було отримано стійкі колоїдні розчини високодисперсного золота з розміром частинок ~40 нм. На сьогодні це міждисциплінарна сфера фундаментальної і прикладної науки, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра.

Таким чином, коли сучасне виробництво тісно орієнтоване на виготовлення все менших за розмірами товарів – пристроїв, як от – смартфони, планшети, ноут-буки та інше, нанотехнології стають все більш затребуваними і виходять на перший план. Нанотехнології дозволяють використовувати та маніпулювати процесами і матеріалами об'єктів в нанометровому масштабі. Однак, нанотехнології мають

вже зараз дуже широке застосування: фарба, здатна змінювати свій колір, зубна паста з ефектом відновлення зубної емалі, лейкопластир з найтоншим срібним покриттям для кращого і швидшого загоєння ран і багато інших.

Розвиток нанотехнологій тісно корелює з іншим трендом сучасності – становленням і поширенням Індустрії 5.0 Йдеться про новий етап розвитку розумних виробництв і нову фазу неоіндустріалізації, де фокус зміщується з аспектів цифрових технологій на чинники сталого розвитку, циркулярного виробництва та стратегічного урядування. По суті мова йде про запровадження спільного робочого середовища людини та робота, а також створення розумного суспільства. Індустрія 5.0 тісно корелює не тільки щодо співпраці людини та робототехніки, створенням роботизованих виробництв, але й орієнтується на сталий поступ територій, розвиток зеленої та голубої економіки, збереження навколишнього природного середовища та соціальну відповідальність. Ця переорієнтація ґрунтується на уявленні про те, що технологія може бути адаптована для заохочення цінностей, і що технологічні інновації можуть базуватися на етичних цілях, а не навпаки.

Зазначене актуалізує дослідження в напрямі обґрунтування засобів та інструментарію державної політики стимулювання розвитку нанотехнологій в Україні, водночас в ув'язці з активним поширенням і масштабуванням Індустрії 5.0.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Власне, гіпервисока актуальність розвитку в економіці нанотехнологій та поширення Індустрії 5.0 активувала цілий спектр нових пошукувань у сфері інноваційно-технологічного поступу та технологічної модернізації національної економіки. Питанням цих та інших глобалізаційних викликів присвячені результати наукових досліджень Ю. Моїсеєнко [1, с. 341-349], Л. Кириленко [2, с. 76-77]. Нанотехнології вважаються ресурсом, застосування якого дозволяє трансформувати національну економіку для повноцінної адаптації до глобального ринку та набути на ньому необхідних переваг аби щоб стабільно утримувати та надалі покращувати конкурентні позиції (Р. Лупак, Т. Штець, Т. Васильців [3, с. 14-19]). При цьому важливо враховувати досвід країн, які вже тривалий час фокусують увагу на питаннях масштабування сфер застосування нанотехнологій (Д. Нікітін [4]).

Власне, значні переваги з'являються коли розвиток нанотехнологій поєднується з активним масштабуванням Індустрії 5.0. Ці аспекти розкриті в публікаціях О. Пахолук, Г. Пушкар, І. Галик, Б. Семак [5, с. 238-248]. Питанню ресурсного забезпечення відповідних процесів присвячені пошукування Г. Пушкаря, І. Галик, Б. Семака [6, с. 50-57].

Варто виділити важливість нанотехнологій у системі інноваційного розвитку національного господарства, що передбачає створення технологічних продуктів, використання яких дозволяє започаткувати структурні зміни на різних рівнях економічних відносин, а особливо формуючи низку конкурентних переваг регіональної економіки (Т. Васильців, Р. Лупак, О. Рудковський [7, с. 162-168], Н. Пархоменко [8, с. 59-68]).

У працях [9, с. 1295-1308; 10, с. 157-168]) наголошується на важливості інвестиційної підтримки бізнес-структур при створенні нанотехнологій, при цьому, завдання органів державного регулювання розробити відповідні стратегічні програми, що визначатимуть головні пріоритети економічної політики створення та використання нанотехнологій.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Водночас, обґрунтуванню дієвих управлінських рішень та засобів у системі державної політики нарощення масштабів та ефективного використання нанотехнологій у вітчизняній економіці, поєднанню таких процесів з активним всеохопним розвитком Індустрії 5.0, все ще достатньої уваги в сучасних наукових дослідженнях не приділено.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування засобів розвитку нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів та перспектив поступу Індустрії 5.0.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На рис. 1 наведено характеристичні аспекти розвитку та масштабування Індустрії 5.0 в системі технологічного зростання національної економіки. Можна констатувати, що як на тепер Україна, по суті, ще не сформувала умов й для повноцінного розвитку Індустрії 4.0, однак за розумної інвестиційно-інноваційної політики, зокрема пов'язаної зі відбудовою національної економіки і країни в цілому після повномасштабної війни, має достатній інтелектуально-кадровий потенціал для реалізації стратегії економіко-технологічного потенціалу в низці стратегічних галузей економіки аби вести мову про перехід вже навіть не тільки до Індустрії 5.0, але й 6.0.

Для цього слід у належній мірі активувати інноваційно-технологічний розвиток, особливо в сфері нанотехнологій та в таких видах економічної діяльності, як воєнно-промисловий комплекс, медицина, реабілітація та відновлення, машинобудування, інформаційно-комунікаційні технології, смарт-технології інфраструктури міст і поселень, відновлювальна енергетика та зелена економіка.

Як показали реалії війни, економіка України тут не тільки має потенціал, але вже зараз розробляються нові інноваційно-технологічні рішення, здатні «зробити різницю» і вивести український бізнес за окремими технологіями навіть в світові лідери.

Метою державної політики в цій сфері має стати перехід на новий технологічний рівень та зростання ефективності економіки на основі впровадження радикально нових інноваційних технологій, індивідуалізації технологічних процесів.

Відтак, провідними аспектами регулювання, на які опиратимуться заходи державного втручання, є нанотехнології, нові високотехнологічні галузі національної економіки, а проривні технології, що мають створюватися, впроваджуватися і поширюватися, стосуються нанотехнологій, біотехнологій, 3D друку, розширеного відтворення та використання альтернативних джерел енергії, нових матеріалів, інноватизації продукції та процесів її виробництва.

Опис технологічного етапу	Новий етап розвитку розумних виробництв й нова фаза неоіндустріалізації, зміщення акцентів з аспектів цифрових технологій на чинники сталого розвитку, циркулярне виробництво, запровадження спільного робочого середовища людини та робота, а також створення розумного суспільства
Характеристика етапу	Процес створення та розвитку нових прогресивних галузей національної економіки на основі індивідуалізації, нанотехнологій, біотехнологій, нових енергетичних ресурсів зі зростанням в національній економіці частки продукції з високою доданою вартістю
Мета	Перехід на новий технологічний рівень та зростання ефективності економіки на основі впровадження радикально нових нано- та інноваційних технологій, індивідуалізації технологічних процесів
Об'єкти розвитку	Нанотехнології, нові високотехнологічні галузі національної економіки
Проривні технології	Нанотехнології, біотехнології, 3D друк, розширене відтворення та використання альтернативних джерел енергії, нових матеріалів, інноватизація продукції та процесів її виробництва
Вектори структурних змін	Зростання частки високотехнологічних стратегічних і пріоритетних галузей в структурі ВВП країни, масштабування секторів і галузей, де використовуються технології VI технологічного укладу
Орієнтири державного регулювання	Формування та впровадження нової економічної політики розвитку національного виробництва на основі нових технологій

Рис. 1. Характеристики розвитку та масштабування Індустрії 5.0 в системі технологічного зростання національної економіки

Як відомо, збалансована державна політика у будь-якій сфері має дві складові:

- а) економічну або стимулюючу;
- б) адміністративну, спрямовану на чітку організацію та менеджмент процесів (рис. 2).

Відтак, у межах економічного та адміністративного напрямів державної політики, спрямованої на масштабування в економіці України нанотехнологій і скерування цих процесів у загальному руслі поступу Індустрії 5.0, слід реалізувати дієвий інструментарій за механізмами регулювання:

(1) інституційний (орієнтований на формування належної законодавчої інституційної бази формування та реалізації державної політики створення і впровадження в економіці нанотехнологій та дотримання засад, положень, норм діючих регламентів);

(2) економічний (що має на меті формування економічного середовища впровадження процесів масштабування нанотехнологій, реалізації відтворювального потенціалу національного виробництва та забезпечення його зростання);

(3) організаційний (який передбачає планування, розробку, реалізацію й координацію процесів розробки, впровадження і поширення в галузях економіки нанотехнологій, реалізацію комплексних

цільових програм технологічної модернізації стратегічних галузей економіки);

(4) інформаційний (спрямований на побудову дієвої системи психологічних і соціальних стимулів розвитку економіки знань, зростання рівня інтелектуалізації, інформатизації економіки, поширення нанотехнологій і т. п.)

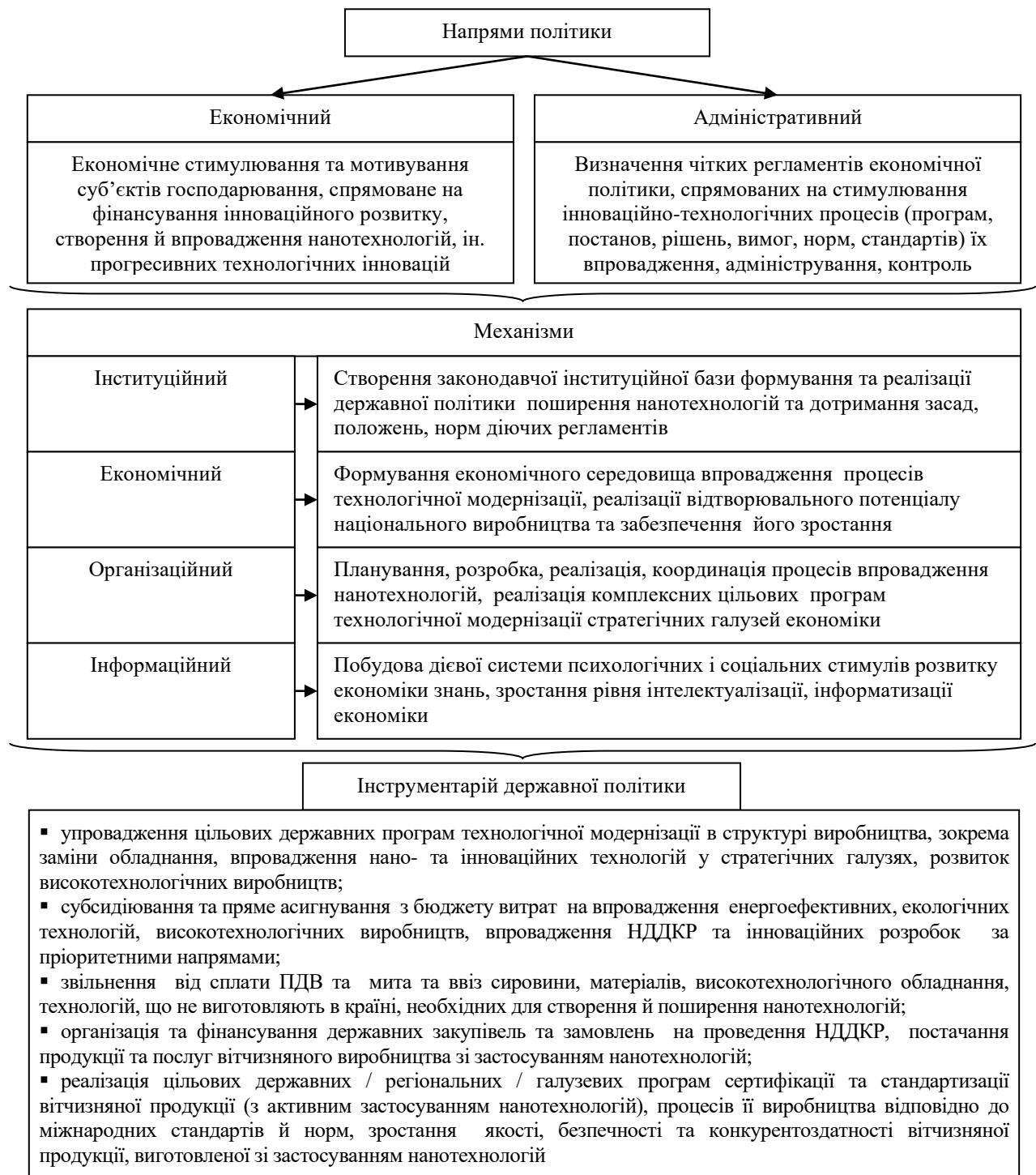


Рис. 2. Інструментарій державної політики розвитку нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів та слідування політиці масштабування в економіці України Індустрії 5.0

Додамо, що загальний характер інструментарію, який при цьому має застосовуватися, включає умови і стимули для інноваційно-технологічних змін і зрушень в структурі виробництва, зокрема технологічної модернізації матеріально-технічної і техніко-технологічної бази виробництва, впровадження нанотехнологій у стратегічних та пріоритетних галузях національної економіки України, розвиток високотехнологічних виробництв, впровадження енергоефективних, екологічних нанотехнологій, високотехнологічних виробництв, впровадження НДДКР та інноваційних розробок за пріоритетними напрямками, здійснення державних закупівель

та замовлень на проведення НДДКР у сфері нанотехнологій за для їх поширення в енергетичній сфері, житлово-комунальному господарстві, соціальній сфері та ін., запровадження в Україні міжнародних стандартів і нормами покращення якості, безпечності та конкурентоздатності вітчизняної продукції, яка в тому числі виготовляється зі застосуванням нанотехнологій.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Таким чином, розвиток нанотехнологій слугує потужним чинником технологічної модернізації системи національного господарства і стосується використання і маніпулювання процесами і матеріалами об'єктів в нанометровому масштабі. Нанотехнології мають вже зараз дуже широке застосування практично в усіх видах економічної діяльності та галузях національної економіки.

Своєю чергою, масштабування Індустрії 5.0 є новим етапом в розвитку розумних виробництв та новою фазою неоіндустріалізації, зміщення акцентів з аспектів цифрових технологій на чинники сталого розвитку, поширення циркулярних виробництв, запровадження спільного робочого середовища людини і робототехніки, а також створення розумного суспільства.

Розвиток нанотехнологій в системі поширення Індустрії 5.0 потребує формування системної і комплексної державної політики, яка реалізується за двома векторами: (1) економічним, орієнтованим на економічне стимулювання та мотивування суб'єктів господарювання, спрямоване на впровадження процесів неоіндустріалізації, технологічної модернізації через зростання прибутковості, технологічності, інтелектуалізації виробництва; (2) адміністративним, що має на меті визначення чітких регламентів економічної політики, спрямованих на створення, впровадження і поширення нанотехнологій (програм, постанов, рішень, вимог, норм, стандартів) їх впровадження, адміністрування, контроль виконання.

Реалізація державної політики в сфері розвитку нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів та слідування політиці масштабування Індустрії 5.0 потребує реалізації інституційного, економічного, організаційного та інформаційного механізмів, а провідними інструментами при цьому слугують: запровадження цільових державних програм впровадження нано- та інноваційних технологій у стратегічних галузях, розвиток високотехнологічних виробництв; субсидювання та пряме асигнування з бюджету витрат на впровадження енергоефективних, екологічних технологій, високотехнологічних виробництв, впровадження НДДКР та інноваційних розробок за пріоритетними напрямками; звільнення від сплати ПДВ та мита та ввіз сировини, матеріалів, високотехнологічного обладнання, технологій, що не виготовляють в країні, необхідних для створення і впровадження нанотехнологій; організація та фінансування державних закупівель та замовлень на проведення НДДКР, постачання продукції та послуг вітчизняного виробництва, у т. ч. в енергетичній сфері, житлово-комунальному господарстві, соціальній сфері та ін.; запровадження державних програм сертифікації та стандартизації вітчизняної продукції, процесів її виробництва відповідно із міжнародними стандартами та нормами, зростання якості, безпечності та конкурентоздатності вітчизняної продукції.

Перспективи подальших досліджень в цій сфері стосуються визначення механізмів та інструментарію регулювання економічних відносин при створенні та впровадженні нанотехнологій, що дозволить сформувати країні необхідний економічний потенціал та повною мірою адаптуватись до тенденцій на глобальному ринку.

Література

1. Моїсеєнко Ю. М. Роль нанотехнологій у забезпеченні ефективного функціонування національної економіки. Моделювання регіональної економіки. 2016. № 2(26). С. 341-349.
2. Кириленко Л. В. Розвиток нанотехнологій та виготовлення наноматеріалів в Україні. Журнал Логос «Мистецтво наукової думки». 2019. № 2. С. 76-77.
3. Lupak R., Shtets T., Vasylytsiv T. General aspects of state policy to ensure the digital transformation of the national economy. International independent scientific journal. 2020. № 20. Vol. 2. P. 14-19.
4. Нікітін Д. Нанотехнологічний сегмент глобального ринку: азійська модель. Економіка та суспільство. 2023. № 57. URL : <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3186/3109>
5. Пахолюк О., Пушкар Г., Галик І., Семак Б. Оцінка економічних аспектів розвитку нанонауки, нанотехнологій та ринку нанопродукції в Україні в XXI столітті. Товарознавчий вісник. 2021 № 1(14). С. 238-248.
6. Пушкар Г. О., Галик І. С., Семак Б. Д. Обґрунтування доцільності формування в Україні окремого ринку нанотекстилю та вдосконалення методів оцінки ефективності його функціонування. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2020. Вип. 24. С. 50-57.
7. Васильців Т. Г., Лупак Р. Л., Рудковський О. В. Роль сектору інформаційно-комунікаційних технологій у формуванні та реалізації потенціалу SMART-спеціалізації на регіональному рівні. Держава та регіони. 2019. № 5 (110). С. 162-168.

8. Пархоменко Н. О. Вплив тенденцій розвитку глобального середовища на діяльність бізнес-систем. Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». 2020. Вип. 12. С. 59-68.
9. Vasylytsiv T., Lupak R., Levytska O., Kunytska-Iliash M., Gudzovata O., Zaychenko V., Mulska O. Understanding creative, information and knowledge determinants of the economic growth of the EU regions within smart development strategies. *Management Science Letters*. 2021. Vol. 11. Issue 4. P. 1295-1308.
10. Столбуненко Н. М., Столбуненко-Волошина О. М. Активізація інноваційно-інвестиційних процесів у промисловому комплексі як основа кардинальних змін в економіці України на сучасному етапі. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2021. № 20 (2(48)). С. 157-168.

References

1. Moiseyenko, Yu. M. (2016). The role of nanotechnology in ensuring the effective functioning of the national economy. Modeling of the regional economy. № 2(26). P. 341-349.
2. Kyrylenko, L. V. (2019). Development of nanotechnologies and production of nanomaterials in Ukraine. *Logos magazine «The Art of Scientific Thought»*. № 2. P. 76-77.
3. Lupak, R., Shtets, T., Vasylytsiv, T. (2020). General aspects of state policy to ensure the digital transformation of the national economy. *International independent scientific journal*. № 20. Vol. 2. P. 14-19.
4. Nikitin, D. (2023). Nanotechnological segment of the global market: the Asian model. *Economy and society*. № 57. URL : <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3186/3109>.
5. Pakholyuk, O., Pushkar, G., Halyk, I., Semak, B. (2021). Assessment of the economic aspects of the development of nanoscience, nanotechnologies and the market of nanoproducts in Ukraine in the 21st century. *Commodity Bulletin*. № 1(14). P. 238-248.
6. Pushkar, G. O., Halyk, I. S., Semak, B. D. (2020). Justification of the expediency of forming a separate nanotextile market in Ukraine and improvement of methods for evaluating the effectiveness of its functioning. *Bulletin of the Lviv University of Trade and Economics. Technical sciences*. Issue 24. P. 50-57.
7. Vasylytsiv, T. G., Lupak, R. L., Rudkovskiy, O. V. (2019). The role of the sector of information and communication technologies in the formation and implementation of the potential of SMART specialization at the regional level. *State and regions*. № 5 (110). P. 162-168.
8. Parkhomenko, N. O. (2020). The influence of trends in the development of the global environment on the activity of business systems. *Bulletin of KhNU named after V.N. Karazin. Series «International relations. Economy. Local studies. Tourism»*. Issue 12. P. 59-68.
9. Vasylytsiv, T., Lupak, R., Levytska, O., Kunytska-Iliash, M., Gudzovata, O., Zaychenko, V., Mulska, O. (2021). Understanding creative, information and knowledge determinants of the economic growth of the EU regions within smart development strategies. *Management Science Letters*. Vol. 11. Issue 4. P. 1295-1308.
10. Stolbunenko, N. M., Stolbunenko-Voloshina, O. M. (2021). Activation of innovation and investment processes in the industrial complex as the basis of radical changes in the economy of Ukraine at the current stage. *Market economy: modern management theory and practice*. № 20(2(48)). P. 157-168.