

ISSN 2520-6524



УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ЕКСПЕРТИЗИ ТА ІНФОРМАЦІЇ

# ■ НАУКА ■ ТЕХНОЛОГІЇ ■ ІННОВАЦІЇ

*science • technologies • innovations*

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

№3 (27)/2023

ISSN 2520-6524



9 772520 652007

## ЗАСНОВНИКИ:

ДНУ “Український інститут  
науково-технічної  
експертизи та інформації”

ДУ “Інститут досліджень науково-технічного  
потенціалу та історії науки  
ім. Г. М. Доброва НАН України”

ДВНЗ “Український державний  
хіміко-технологічний  
університет” МОН України

ISSN 2520-6524

№ 3 (27)/2023

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 1 раз на квартал / Видається з 1 січня 2017 р.

Свідоцтво про реєстрацію у Міністерстві юстиції:  
серія KB № 22498-12398P від 13.01.2017 р.

Передплатний індекс — 60072.

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Камишин В. В., д-р пед. наук

### ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА:

Рева О. М., д-р техн. наук

### ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Аврамчук Б. О., канд. екон. наук

Верещак В. Г., д-р техн. наук

Дубницький В. І., д-р екон. наук

Єгоров І. Ю., д-р екон. наук

Писаренко Т. В., канд. техн. наук

Півоваров О. А., д-р техн. наук

Попович О. С., д-р екон. наук

Федулова С. О., д-р екон. наук

Черваков О. В., д-р екон. наук

### ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Гусейнова А., д-р екон. наук (Азербайджан)

## EDITORIAL BOARD

### CHIEF EDITOR

Kamyshyn V. V., D. Sc. in Pedagogy

### ASSOCIATE EDITOR:

Reva O. M., D. Sc. in Engineering

### EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Avramchuk B. O., PhD in Economics

Vereshchak V. G., D. Sc. in Engineering

Dubnytskyi V. I., D. Sc. in Economics

Yehorov I. Yu., D. Sc. in Economics

Pysarenko T. V., PhD in Engineering

Pivovarov O. A., D. Sc. in Engineering

Popovych O. S., D. Sc. in Economics

Fedulova S. O., D. Sc. in Economics

Chervakov O. V., D. Sc. in Economics

### FOREIGN MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Huseinova A., D. Sc. in Economics (Azerbaijan)

## ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Куранда Т.К., Швед Н.Ю., Осадча А.Б., Вавіліна Н.І.</i>                                                  |    |
| Аналіз світових тенденцій розвитку науки за напрямками морських досліджень. . . . .                         | 3  |
| <i>Хохотва О.П.</i>                                                                                         |    |
| Хімічний лізинг як інструмент циркулярної економіки . . . . .                                               | 16 |
| <i>Ігнацевич С.П.</i>                                                                                       |    |
| Стан та перспективи розвитку науково-технічної діяльності у сфері транскордонного співробітництва . . . . . | 22 |

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Рева О.М., Камишин В.В., Борсук С.П., Яроцький С.В., Сагановська Л.А.</i>                       |    |
| Застосування $\alpha$ -технології для уточнення узгоджених систем переваг експертів . . .          | 30 |
| <i>Засанська С.В.</i>                                                                              |    |
| Європейський досвід експертизи наукових проєктів і прийняття рішень щодо їх фінансування . . . . . | 47 |
| <i>Шабала Є.Є.</i>                                                                                 |    |
| Принципи підвищення якості моніторингу рівня палива на основі IoT. . . . .                         | 62 |

## ПРОБЛЕМИ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Вашук О.П., Поліщук О.Т., Сухіх А.С., Яцишин А.В., Яцишин Т.М.</i>                          |    |
| Офіс підтримки вченого: аналіз проєктів з популяризації науки та аудит KPI діяльності. . . . . | 68 |

## ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Півоваров О.А., Ковальова О.С., Пугач А.М., Кірюнова К.Д.</i> |    |
| Виробництво шоколадної пасти з солодовим наповнювачем . . . . .  | 80 |

## ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Овчаров В.І., Соколова Л.О., Панфілова О.А.</i>                                          |    |
| Трансфер методик визначення вулканізаційних характеристик еластомерних композицій . . . . . | 96 |

## ТРАНСФЕР: НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Машинобудування, енергоефективність, нові і відновлювальні джерела енергії, агропромисловий комплекс, енергетика та енергоефективність. . . . . | 106 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## INNOVATIVE ECONOMY

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Kuranda T.K., Shved N.Yu., Osadcha A.B., Vavilina N.I.</i>                                                          |    |
| Global trends analysis of science development in the areas of marine research. . . . .                                 | 3  |
| <i>Khokhotva O.P.</i>                                                                                                  |    |
| Chemical leasing as a tool of circular economy . . . . .                                                               | 16 |
| <i>Ihnatsevyich S.P.</i>                                                                                               |    |
| State and prospects of development of scientific and technical activity in the field of cross-border cooperation . . . | 22 |

## SYSTEM ANALYSIS AND DECISION MAKING

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Reva O.M., Kamyshyn V.V., Borsuk S.P., Yarotskyi S.V., Sahanovska L.A.</i>                                  |    |
| Application of $\alpha$ -technology to clarify agreed systems of experts' advantages . . .                     | 30 |
| <i>Zasanska S.V.</i>                                                                                           |    |
| European experience in the examination of scientific projects and decision-making on their financing . . . . . | 47 |
| <i>Shabala Ye.Ye.</i>                                                                                          |    |
| Principles for improving the quality of fuel level monitoring based on IoT. . . . .                            | 62 |

## PROBLEMS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Vashchuk O.P., Polishchuk O.T., Sukhikh A.S., Iatsyshyn A.V., Yatsyshyn T.M.</i>                |    |
| Scholar support office: analysis of science popularization projects and performance audit. . . . . | 68 |

## TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Pivovarov O.A., Kovalova O.S., Puhach A.M., Kirianova K.D.</i> |    |
| Production of chocolate paste with malt filler . . . . .          | 80 |

## TECHNOLOGY TRANSFER

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Ovcharov V.I., Sokolova L.A., Panfilova O.A.</i>                                                       |    |
| Transfer of methods for determining the vulcanization characteristics of elastomer compositions . . . . . | 96 |

## TRANSFER: NEW TECHNOLOGIES

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Engineering, energy efficiency, new and renewable energy sources, agro-industrial complex, energy and energy efficiency. . . . . | 106 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

Т. К. КУРАНДА, заввідділу

Н. Ю. ШВЕД, канд. хім. наук, завсектору

А. Б. ОСАДЧА, с. н. с.

Н. І. ВАВІЛІНА, с. н. с.

## АНАЛІЗ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ НАУКИ ЗА НАПРЯМАМИ МОРСЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Резюме.** Світовий океан відіграє надзвичайно важливу роль у життєдіяльності людства, має вирішальне значення для прискореного розвитку світової економіки, а також є вагомим фактором геополітики. Попри величезний потенціал саморегуляції, його стан нині швидко погіршується, здебільшого за участю людини. Проблема більш повного розуміння ролі океану у функціонуванні системи Землі, взаємодії людини і океану набуває в цих умовах особливого значення, що потребує відповідних досліджень у багатьох галузях наук. Одним зі шляхів виявлення прогалин у знаннях про світовий океан може стати всебічний аналіз світового масиву наукових праць за напрямками морських досліджень. Аналіз світових тенденцій розвитку науки за напрямками морських досліджень здійснювався на основі даних міжнародних платформ Web of Science та Research4Life. Аналіз проводився за шістьма умовними сферами морських досліджень: 1) екологія річок, морів, океанів, прибережних територій, екологічних наслідків діяльності людини; 2) рибальство і аквакультура, діяльність із використання водних середовищ; 3) морська інфраструктура; 4) геологія та освоєння морських мінеральних та енергетичних ресурсів; 5) виробництво машин, устаткування, обладнання; 6) управління водними (морськими, океанічними, річковими) ресурсами за показниками кількості публікацій, кількості цитувань, темпів зростання цих показників. За результатами наукометричного аналізу публікацій визначено найбільш актуальні напрями морських досліджень, до яких зокрема належать: “мікропластик”, “біорізноманіття”, “водні біоресурси”, “морські види”, “аквакультура”, “штучний інтелект”, “інтернет речей”, “зелені” та “розумні” порти, “морські вітряні електростанції”, “захист від корозії”, “блакитна економіка”, що підтверджується результатами аналізу. На особливу увагу заслуговує світовий досвід (зокрема і України) щодо наукових розробок із захисту океану від пластику. Створений вченими реєстр технологій, які зараз використовуються або розробляються для запобігання появі або збору пластикового забруднення, налічує 52 технології.

**Ключові слова:** морські дослідження, морська екосистема, біорізноманіття, водні ресурси, біологія та екологія моря, рибальство, аквакультура, блакитна економіка, управління водними ресурсами.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Океани та моря є невіддільною частиною життя в Європі та по всьому світу. Вони відіграють важливу роль як джерело продовольства, надійний захист від наслідків глобального потепління і платформа для нових людських досягнень.

Проте наша здатність ефективно використовувати ці ресурси перебуває під загрозою через забруднення, зміни клімату та надмірну експлуатацію. Для забезпечення сталого розвитку океанів і морів необхідними є дослідження та інновації, які відіграють вирішальну роль у забезпеченні кращого контролю, розуміння, захисту, збереження та використання морських та океанічних ресурсів.

Інтеграція цих досліджень у стратегію біо-економіки світу допомагає забезпечити сталий розвиток і налагодити співпрацю між країнами.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Результати досліджень з морської тематики відображені в багатьох наукових працях зарубіжних і вітчизняних учених, присвячених питанням: впливу діяльності людини та змін клімату на морське біорізноманіття [1; 2]; зменшення шкоди навколишньому середовищу та біорізноманіттю пластиковими відходами [3–5]; оцінювання екологічного ризику фармацевтичних сполук для морських екосистем [6]; гарантування безпеки морського судноплавства [7]; розвитку та підвищення енергоефективності морських портів [8]; забруднення підземних вод [9]; розвитку морської стратегії держав у сучасних умовах [10].

Попри значну кількість наукових праць, чимало проблем щодо відновлення та збереження водного середовища розкрито не повною мірою, що потребує подальших досліджень.

**Мета** статті полягає в дослідженні наукових публікацій зарубіжних та вітчизняних вчених і визначенні найбільш актуальних напрямів розвитку науки з морської тематики.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Десятиліття Організації Об'єднаних Націй, присвячене науці про океан в інтересах стало-го розвитку (далі — Десятиліття), Генеральна Асамблея ООН проголосила з метою стимулювання наукових досліджень і технологічних інновацій на підтримку більш здорового та стійкого океану. За змістом цілі Десятиліття (2021–2030 рр.) спрямовані на поглиблення наукового розуміння процесів, які відбуваються в океані, а також накопичення нових знань в результаті реалізації науково-дослідних програм, що надає можливість під час оцінювання масштабів загроз прийняти спільні рішення щодо відновлення стану морських екосистем у майбутньому [11].

Океан — це 71 % поверхні земної кулі, з яких дослідженими на сьогодні є лише 50 %.

Першочерговими заходами для визначення дієвих методів і підходів управління ресурсами морської екосистеми має бути наповнення бази даних про дно Світового океану (збирання нової та упорядкування наявної інформації). Найближчим часом у суспільства є можливість використовувати міждисциплінарні досягнення під час вивчення океану для розуміння його як глобальної екосистеми, а використання механізмів зеленого відновлення та інвестування в морські дослідження піднесе на новий рівень розуміння блакитної екосистеми [12].

Аналіз результатів морських досліджень, які опубліковані в зарубіжних та вітчизняних наукових періодичних виданнях, засвідчує, що останніми роками морські дослідження проводяться за багатьма напрямками, зокрема: екосистема океану, біорізноманіття, енергетичні ресурси моря, вплив клімату на водні ресурси, якість води, мала гідроенергетика, рибне господарство, аквакультура, дослідницька інфраструктура, портова інфраструктура, логістика тощо.

Таблиця 1

**Публікаційна активність за сферами морських досліджень**

| Назва сфери                                                                                       | Платформа Research4Life                        |                                         | Платформа Web of Science                       |                                         |                                               |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                                                   | Кількість публікацій за 5 років 2017–2021, од. | Темпи зростання кількості публікацій, % | Кількість публікацій за 5 років 2017–2021, од. | Темпи зростання кількості публікацій, % | Кількість цитувань публікацій за 5 років, од. | Темпи зростання кількості цитувань публікацій, % |
| 1. Екологія річок, морів, океанів, прибережних територій, екологічних наслідків діяльності людини | 1 517 721                                      | 117,8                                   | 137 724                                        | 133,3                                   | 1 402 959                                     | 3125,2                                           |
| 2. Рибальство і аквакультура, діяльність із використання водних середовищ                         | 1 432 577                                      | 111,2                                   | 58 969                                         | 132,1                                   | 414 418                                       | 3680,8                                           |
| 3. Морська інфраструктура                                                                         | 198 281                                        | 131,3                                   | 17 061                                         | 99,7                                    | 76 121                                        | 3038,1                                           |
| 4. Геологія та освоєння морських мінеральних та енергетичних ресурсів                             | 257 492                                        | 117,4                                   | 71 639                                         | 132,2                                   | 498 088                                       | 3014,7                                           |
| 5. Виробництво машин, устаткування, обладнання                                                    | 128 875                                        | 139,4                                   | 9064                                           | 153,5                                   | 64 616                                        | 5318,2                                           |
| 6. Управління водними (морськими, океанічними, річковими) ресурсами                               | 948 609                                        | 110,3                                   | 20 258                                         | 160,2                                   | 185 949                                       | 2816,5                                           |

За результатами наукометричного аналізу стану публікаційної активності за шістьма сферами морських досліджень найбільш результативними щодо кількості наукових публікацій виявилися сфери № 1, 2, та 4 (табл. 1).

Темпи найбільш активного зростання кількості публікацій у 2022 р. проти 2021 р. спостерігаються за сферами № 1, 5 та 6 (рис. 1).

Аналіз кількості публікацій і цитувань, а також темпів зростання цих показників за напрямками сфери морських досліджень **“1. Екологія річок, морів, океанів, прибережних територій, екологічних наслідків діяльності людини”** свідчить, що найкраща публікаційна активність спостерігається за напрямками “1.3. Біорізноманіття” — 35,5 % від загальної кількості публікацій сфери і “1.1. Морська екосистема” (34,4 %). Однак найвищі показники щодо темпів зростання як кількості публікацій, так і цитувань належать напрямку “1.2. Екологія річок, морів, океанів” (рис. 2).

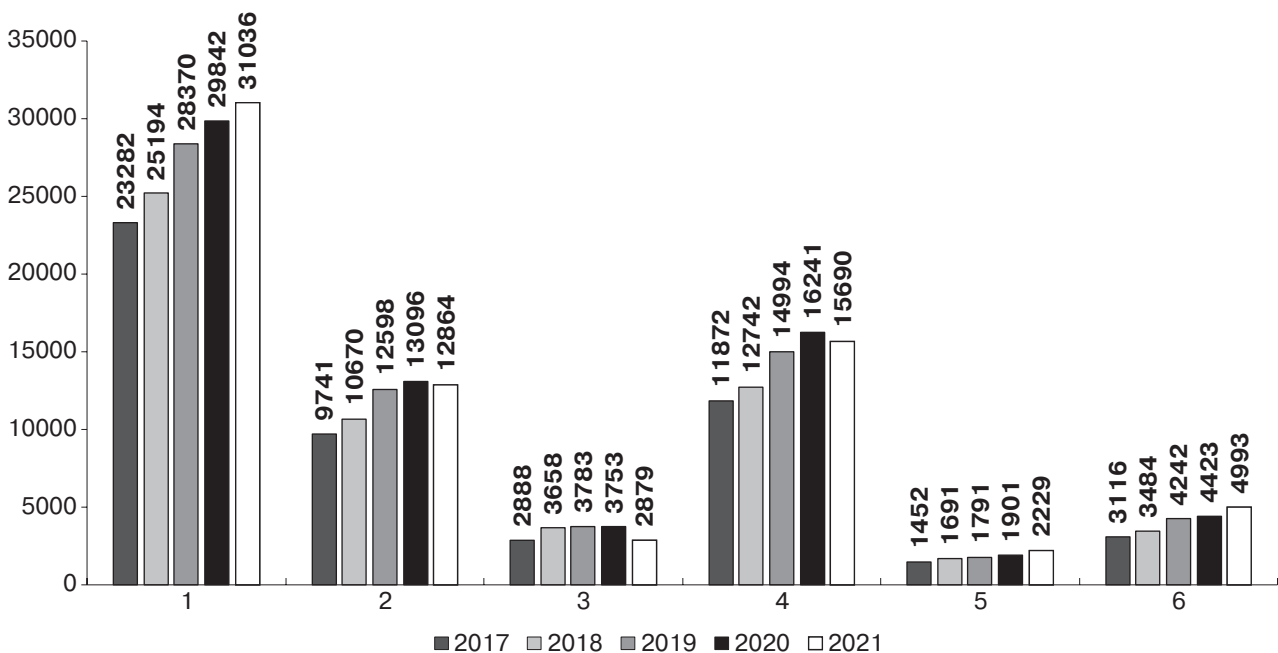
Найбільш актуальними виявилися такі піднапрями, як “забруднення пластиком” та “біорізноманіття”.

Пластикові відходи накопичуються в океані із загрозливою швидкістю. Підраховано, що щорічно у водні екосистеми потрапляє 19–23 млн т

пластику, який становить 80 % усього морського сміття, знайденого від поверхневих вод до глибоководних відкладень [13].

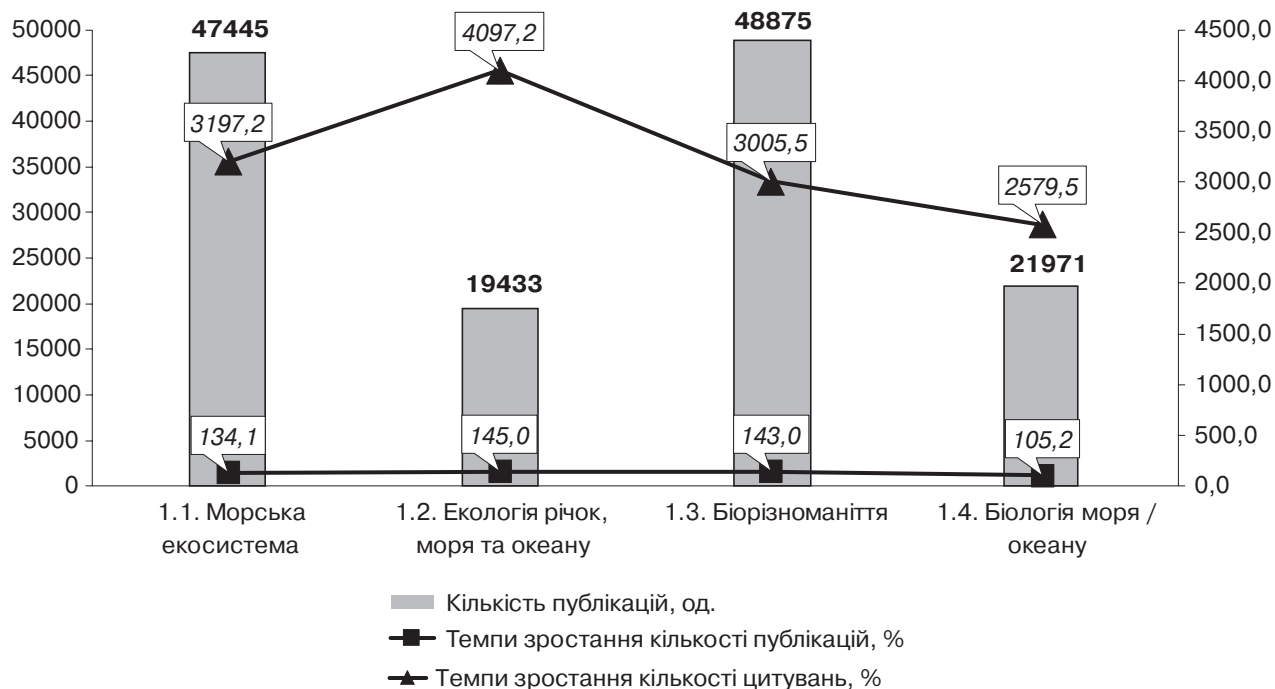
Потрапивши в довкілля пластик біологічно не розкладається, а поступово накопичується у вигляді відходів. Щороку мільйони тонн сміття потрапляють у світовий океан і скупчуються в окремих його районах. Одна з найвідоміших антропогенних пластикових плям знаходиться у північній (субтропічній) частині Тихого океану, зазвичай у ЗМІ її називають Великою тихоокеанською смітцевою плямою (Great Pacific Garbage Patch, GPGP). Розташований між 135°–155° західної довготи та 35°–42° північної широти, за площею цей гігантський “пластиковий суп” вдвічі більший за Україну, площа якої становить 603 628 км<sup>2</sup>, і містить у шість разів більше пластику, аніж важить уся біомаса планктону Світового океану. Близько 54 % сміття надходить з суші Північної Америки та Азії, решта — з нафтових платформ, пасажирських і вантажних суден, які скидають сміття прямо у воду або втрачають його [14].

Існує багато ідей щодо очищення пластику в океанах, включаючи виловлювання пластикових частинок у гирлах річок перед входом в океан та очищення океанських круговоротів. Українськими



1. Екологія річок, морів, океанів, прибережних територій, екологічних наслідків діяльності людини.
2. Рибальство і аквакультура, діяльність із використання водних середовищ.
3. Морська інфраструктура
4. Геологія та освоєння морських мінеральних та енергетичних ресурсів.
5. Виробництво машин, устаткування, обладнання.
6. Управління водними (морськими, океанічними, річковими) ресурсами.

Рис. 1. Динаміка кількості публікацій на платформі Web of Science за сферами досліджень



**Рис. 2.** Оцінка актуальності публікацій за показниками темпів зростання кількості публікацій і цитувань у розрізі напрямів сфери дослідження “Екологія річок, морів, океанів, прибережних територій, екологічних наслідків діяльності людини” за період 2017–2021 рр.

вченими з Національного університету кораблебудування була запропонована дослідницька ініціатива з утилізації пластику за допомогою системи суден (Ocean Plastic Utilisation Ships System — OPUSS). Головною метою проекту є всебічна оптимізація процесу очищення океану — з точки зору комерційної привабливості та екологічної ефективності. Проект спрямований на використання кругових (або замкнених) та якомога коротших логістичних схем очищення морів та океанів. Завдяки цьому підвищується загальна ефективність процесу очищення морів та океанів. Скорочення логістичних ланцюгів може полягати у використанні продуктів переробки безпосередньо на судах-збирачах або плавучих комплексах переробки — “на воді” — якнайближче від місць збирання/переробки пластику до кінцевих споживачів продуктів переробки. Наприклад, використовується такий ланцюг: 1) збирання та сортування пластику; 2) переробка на паливо та додаткові продукти; 3) використання палива для підтримання процесу збирання/переробки пластику або транспортування додаткових продуктів до кінцевих споживачів [15].

Оскільки пластикові відходи накопичуються в океані із загрозливою швидкістю, то потреба в ефективних і стійких рішеннях для розв’язання цієї проблеми є гострою. Однак на сьогодні цим технологіям присвячено мало публікацій,

а інформація про різні технологічні розробки є розрізною. З метою усунення цієї прогалини вчені створили реєстр технологій, які зараз використовуються чи розробляються для запобігання появи або збору пластикового забруднення. Було визначено 52 такі технології. З них майже 60 % зосереджено саме на зборі макропластикових відходів, які вже знаходяться у водних шляхах. Цей перелік технологій (<https://nicholasinstitute.duke.edu/plastics-technology-inventory>) є вичерпним і надійним джерелом інформації про стан доступних технологій для розв’язання цієї глобальної проблеми, який можна використовувати як дорожню карту для політиків, новаторів і дослідників, щоб допомогти у визначенні сильних і слабких сторін чинних технологічних підходів [16].

Пластик має залишатися на першому місці в політичному порядку денному в Європі та в усьому світі не лише для мінімізації витоку пластику та забруднення, а й для сприяння сталому зростанню та стимулюванню як “зеленої”, так і “блакитної” економіки.

Серед факторів, які загрожують морському біорізноманіттю в усьому світі, науковці визначають глобальне потепління, забруднення морського середовища мікропластиком, фармацевтичними препаратами, пестицидами тощо.

Зміна клімату впливає на прісноводні та морські екосистеми, а підвищення температури

ри океану та підкислення досі тривають. Навіть незначне підвищення температури впливає на життєвий цикл, фізіологію, поведінку, розподіл і структуру популяцій водних біоресурсів, особливо риб. Останні дослідження показують, що деякі інфекційні захворювання риб поширюються набагато швидше з підвищенням температури. Водні біоресурси мають високу кумулятивну смертність від інфекційних захворювань, а патогени швидко прогресують. Саме тому вони можуть бути викликані зміною клімату, що призводить до географічного поширення вірулентних патогенів на об'єкти рибальства та аквакультури [17].

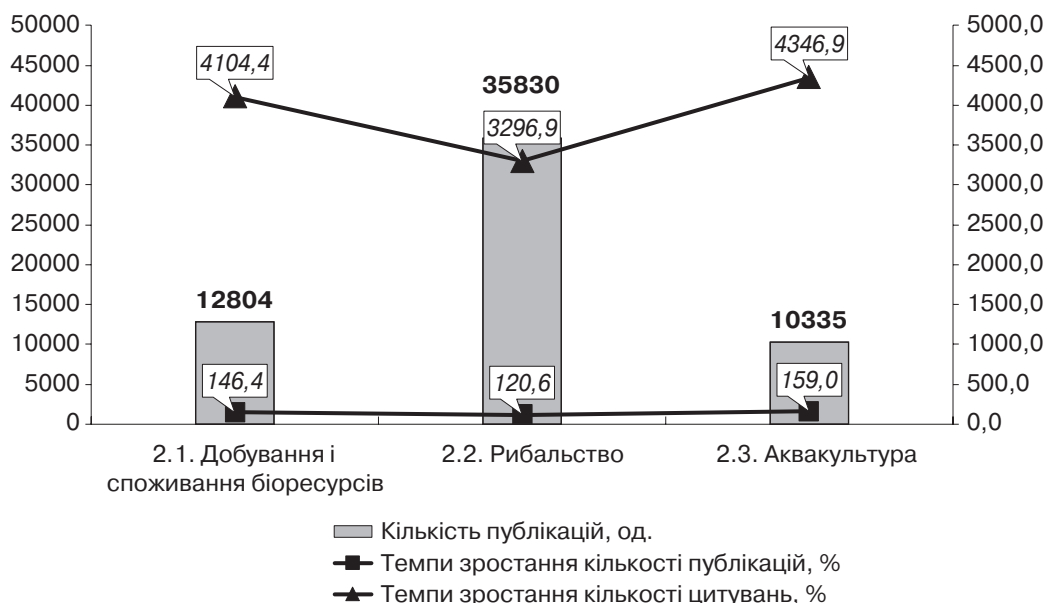
Найкраща публікаційна активність у межах сфери **“2. Рибальство і аквакультура, діяльність із використання водних середовищ”** спостерігається за напрямом досліджень “2.2. Рибальство” — 60,8 % від загальної кількості публікацій сфери, однак найвищі показники щодо темпів зростання як кількості публікацій, так і цитувань належать напрямку “2.3. Аквакультура” (рис. 3).

Ретроспективний аналіз зростання споживання продуктів світової аквакультури, здійснений FAO (Food and Agriculture Organization), засвідчує, що у досить короткий історичний термін “аквакультура” стає головним джерелом споживання риби людиною, перевищивши обсяг промислового рибальства. Відносний вклад аквакультури в загальний обсяг виробництва достатній для споживання в їжу риби у 1950-ті рр.

становив 4 %, а у 2018 р. — 52 %. Глобальним лідером виробництва продукції аквакультури став Китай, частка якого в загальному обсязі становить понад 90 %.

У цьому сегменті рибальства широко використовуються датчики збору оптичних (за допомогою відеокамер) і фізичних даних із метою моніторингу, наприклад, вирощення і здоров'я риб, оптимізації кормових режимів тощо. У секторі аквакультури важливу роль відіграють ДНК-технології, які використовуються для розведення риби та виявлення патогенних мікроорганізмів у системах раннього попередження. Окрім того, ДНК можна використовувати для підтвердження справжності конкретних продуктів зі збереженням даних у структурі на основі блокчейну [18].

Морські водорості, вирощені аквакультурою, можуть допомогти закрити прогнозований розрив у майбутніх потребах суспільства в харчуванні, водночас покращуючи екологічну стійкість. Виробництво продуктів харчування на основі морських водоростей може зробити більший внесок, ніж загальний світовий попит на білок, прогнозований на 2050 р., який коливається від 263,8 млн т на рік до 286,5 млн т на рік. Зазначена технологія також має важливі переваги в галузі харчування та екологічної стійкості в порівнянні з наземним сільським господарством. Морські водорості можуть забезпечити найкраще джерело високоякісного поживного білка, незамінних амінокислот та



**Рис. 3.** Оцінка актуальності публікацій за показниками темпів зростання кількості публікацій та цитувань у розрізі напрямів сфери дослідження “Рибальство й аквакультура, діяльність із використання водних середовищ” за період 2017–2021 рр.

інших мікроелементів у порівнянні з наземними рослинами [19].

У межах сфери досліджень **“3. Морська інфраструктура”** найкраща публікаційна активність спостерігається за напрямом досліджень **“3.1. Дослідницька інфраструктура”** — 93,2 % від загальної кількості публікацій сфери (темпи зростання кількості публікацій та цитувань — 94,0 % та 2927,4 % відповідно). Найвищі ж показники темпів зростання кількості публікацій та цитувань (238,9 % та 6634,5 % відповідно) має напрям досліджень **“3.2. Інфраструктура порту”** (при частці кількості публікацій 6,8 %).

Найбільш актуальними за сферою **“3. Морська інфраструктура”** виявилися такі піднапрями, як **“штучний інтелект”**, **“інтернет речей”**, **“зелені”** та **“розумні” порти**.

Швидкий розвиток штучного інтелекту значно сприяє навігації з метою уникнення зіткнень морських автономних надводних кораблів (MASS), що розширює можливості для скоординованих і взаємопов’язаних операцій. Досліджуються відповідні вказівки Міжнародної морської організації (IMO) і промислові кодекси кожної країни на MASS. Потім докладно розглядаються основні досягнення в галузі досліджень і розробок MASS та навігаційних технологій для уникнення зіткнень. Окрім того, композиції навігації для уникнення зіткнень, інспірованої когнітивної навігації, і технології електронної навігації аналізуються для ефективного систематичного з’ясування механізму та принципів у типових морських середовищах, завдяки чому висвітлюються тенденції в морських навігаційних системах для запобігання зіткненням [20].

Дослідження морських датчиків та інтернету речей (IoT) зросли в геометричній прогресії. Запропоновано легку та надійну модель для захисту морського середовища IoT від кібератак і зловмисних дій — оптимізований алгоритм Light Gradient Boosting Machine (Light-GBM), який охоплює техніку кодування міток для вибору найкращих функцій, налаштування гіперпараметрів і новий алгоритм для розробки моделі виявлення атак океану IoT. Оптимізована модель Light-GBM (як розширення традиційних методів) може впоратися з розподіленими IoT-атаками в глибоководних морських середовищах із низькою обчислювальною вартістю та з точністю виявлення 98,52 % [21].

Інтернет речей (IoT) у галузі морських технологій застосовується для отримання більшої кількості функцій та автоматизації операцій, пов’язаних з морем, а також для створення нових розумних пристроїв. У результаті цього традиційні порти та кораблі замінюються розумними портами і суднами. Запропоновано спеціа-

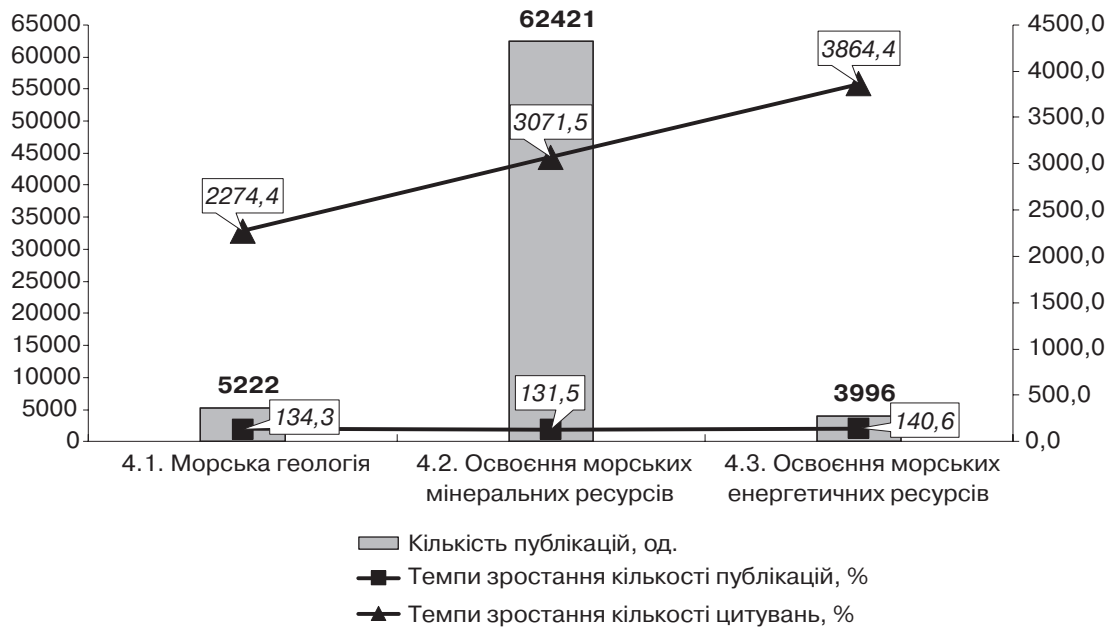
льну IoT-систему для автоматизації процедур зв’язку за допомогою датчиків шляхом пошуку доступного порожнього причалу, а також сповіщення про виявлення судна. Для Android було створено додаток **“Smart Ship Berthing”** [22].

Розвиток **“зеленого”** та **“розумного”** порту є значним прогресом у конкретному застосуванні енергозбереження та скорочення викидів, а також інтелектуальних технологій у портах і секторах морського судноплавства.

Порти характеризуються високим попитом на енергію та високою часткою викидів. Керуючись зростаючим усвідомленням потреб чистішого навколишнього середовища, сильнішою увагою до сталого розвитку та посиленням екологічних норм, порти змушені брати на себе відповідальність, коли йдеться про екологічні проблеми. У відповідь на це в останніх дослідженнях з’явилася концепція **“зелених портів”**. Водночас у контексті цифровізації термін **“розумні порти”** привертає дедалі більше уваги в останніх наукових дискусіях. Оскільки важлива рушійна сила екологічних морських операцій пов’язана з цифровізацією, то стверджується, що цифрові зусилля в портах мають поряд з автоматизацією внутрішніх логістичних процесів також сприяти зниженню викидів і потреби в енергії [23].

Останнім часом застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для систем розподілу електроенергії надзвичайно зростає. Цей прогрес приносить декілька переваг, з-поміж яких: енергетична стабільність і надійність, простіше технічне обслуговування, рентабельні джерела енергії та екологічність. Застосування ВДЕ в таких морських системах, як портові мережі, розгортання різних типів ВДЕ на основі силових електронних перетворювачів значно підвищує енергоефективність і зменшує використання викопного палива, що є серйозною загрозою для навколишнього середовища. Відповідно, порти отримують декілька ініціатив щодо підвищення їх енергоефективності шляхом розгортання різних типів ВДЕ на основі силових електронних перетворювачів. Розроблено інфраструктурну схему підвищення енергоефективності сучасних портів, включаючи інтелектуальні мікромережі морських портів [24].

Аналіз публікаційної активності за напрямом сфери **“4. Геологія та освоєння морських мінеральних та енергетичних ресурсів”** свідчить, що найбільша кількість публікацій спостерігається за напрямом **“4.2. Освоєння морських мінеральних ресурсів”** — 87,1 % від загальної кількості публікацій сфери, а найвищі показники щодо темпів зростання як кількості публікацій, так і цитувань належать напряму **“4.3. Освоєння морських енергетичних ресурсів”** (рис. 4).



**Рис. 4.** Оцінка актуальності публікацій за показниками темпів зростання кількості публікацій і цитувань у розрізі напрямів сфери дослідження “Геологія та освоєння морських мінеральних та енергетичних ресурсів” за період 2017–2021 рр.

Найбільш актуальним піднапрямом виявилися “морські вітряні електростанції”.

Офшорні вітряні електростанції (ОВЕ) є важливим джерелом відновлюваної енергії, що забезпечує 2,3 % попиту на електроенергію в Європейському Союзі.

Офшорні вітроенергетичні ресурси поки що не є повністю використаними відновлюваними джерелами енергії та можуть відігравати вирішальну роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату шляхом виробництва відновлюваної електроенергії. Процеси планування, зокрема технічні, соціальні, екологічні, різні агенти та політичні проблеми, необхідні для розвитку морських вітроенергетичних проєктів [25].

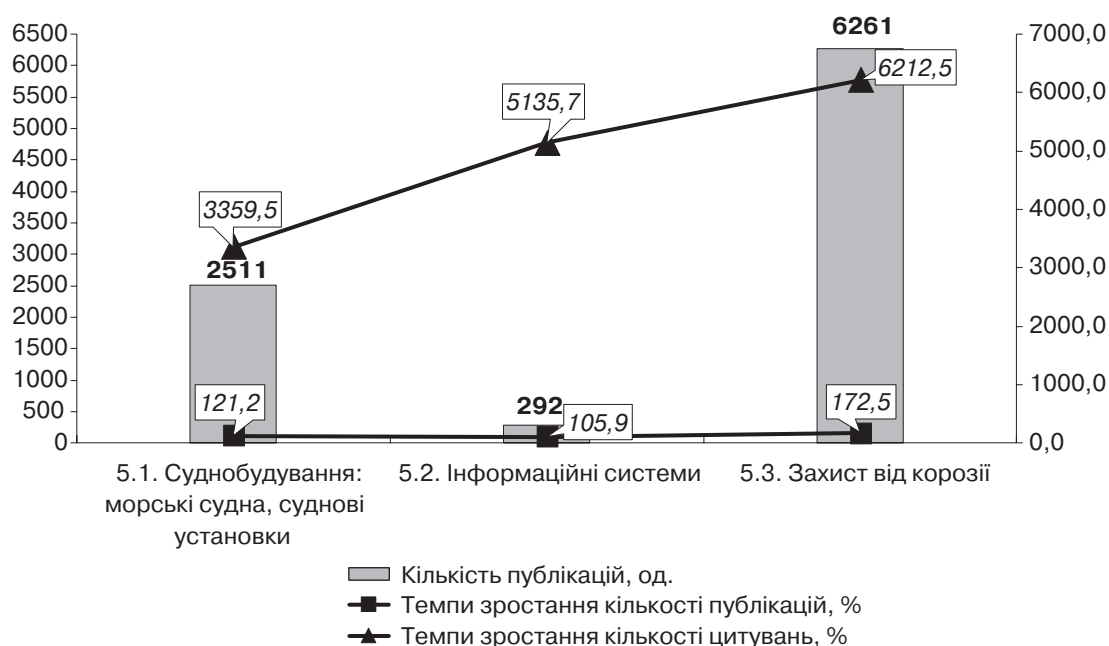
Швидкий розвиток ОВЕ стимулював дискусію про їх загальний соціально-економічний вплив. Розширення масштабу ОВЕ збільшує доступність електроенергії, але може витіснити рибальську діяльність і зменшити постачання продовольства. Щоб оцінити ці наслідки з макроекономічної точки зору, було розроблено обчислювану модель загальної рівноваги на прикладі Шотландії. Особливу увагу приділено розділеним секторам електроенергії та морепродуктів, їхньому взаємозв'язку з точки зору взаємозв'язку енергії та їжі, а також ефектам розподілу між групами домогосподарств. Результати показують, що через економічні зв'язки збільшення кількості ОВЕ матиме негативний, але обмежений вплив на сектори виробництва морепродуктів. Однак падіння вартості електро-

енергії матиме позитивний вплив на економіку загалом та принесе користь домогосподарствам із низькими доходами. Запропонована модель дає змогу підвищити обізнаність про взаємозв'язки між ОВЕ та виробництвом морепродуктів і застосовується до політики, що передбачає розвиток інших морських відновлюваних джерел енергії [26].

У межах сфери “**5. Виробництво машин, устаткування, обладнання**” перше місце як за кількістю публікацій (69,1 % від загальної кількості публікацій сфери), так і за темпами зростання публікацій та цитувань посідає напрям “5.3. Захист від корозії” (рис. 5).

Корозія є значною проблемою в багатьох промислових сферах. Особливо сильно піддається корозії обладнання, що контактує з агресивним середовищем. Найбільш поширене корозійне середовище — морська вода, що покриває понад 70 % земної поверхні. Більшість конструкційних матеріалів і сплавів руйнуються під дією морської води чи морського повітря. Тропічні умови є більш жорсткими в порівнянні з арктичними, а середні широти займають проміжне значення. Морський корозії піддаються: металева оббивка днищ судів, підводні трубопроводи, різні металоконструкції, що знаходяться у воді, металеві конструкції в портах тощо.

Серед інших стратегій, покриття нині є найважливішою технологією для антикорозійного захисту металевих поверхонь. Останнім часом



**Рис. 5.** Оцінка актуальності публікацій за показниками темпів зростання кількості публікацій і цитувань у розрізі напрямів сфери дослідження “5. Виробництво машин, устаткування, обладнання” за період 2017–2021 рр.

з’явилося багато розробок вдосконаленого покриття для захисту від корозії будь-якого типу: металеве, неорганічне, полімерне та наночастинкове.

Антикорозійні матеріали на основі графену проявляють відмінну хімічну інертність і непроникність, а також є перспективними і новими матеріалами для захисту металів від морської корозії. Визначено дві стратегії виготовлення матеріалів для захисту від корозії на основі графену. Для чистих графенових плівок менша кількість дефектів і низька провідність призводять до посилення антикорозійних властивостей. Для графенових композитних покриттів поліпшення дисперсності графену в матриці покриття і зміцнення довговічності роблять їх більш ефективними для захисту від корозії. Ізоляція дуже бажана для уникнення електрохімічних реакцій для захисту від сильної морської корозії на пізніх стадіях. У перспективі правильно підготовлене графенове композитне покриття може слугувати довгостроковим антикорозійним матеріалом для морських застосувань [27].

Силанові покриття повсюдно використовувалися для захисту бетонної конструкції від води та агресивних іонів у морському середовищі. Модифіковані силанові емульсії створюють більш високі гідрофобні ефекти на поверхні бетону [28].

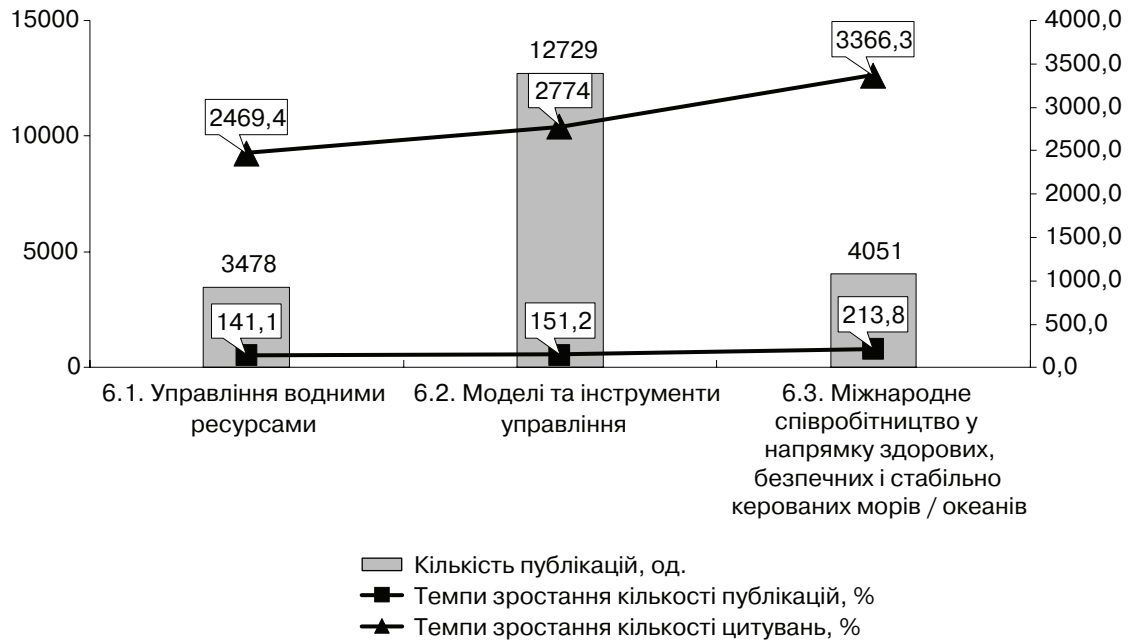
Інгібітор корозії часто обирають як метод захисту від корозії для різних галузей промис-

ловості по всьому світу. Розробка екологічно чистих інгібіторів корозії стала актуальною проблемою через різні екологічні норми, які застосовуються декількома країнами. Проте лабораторне дослідження було б виснажливим, дорогим і тривалим процесом. Тому штучна нейронна мережа (ШНМ) широко використовується для прогнозування результату на основі експериментальних значень. Отримані висновки стануть важливим інструментом для розробки моделі з єдиною метою прогнозування швидкості корозії, щоб забезпечити точний час для ремонту та графіку технічного обслуговування [29].

За напрямами сфери “**6. Управління водними (морськими, океанічними, річковими) ресурсами**” краща публікаційна активність спостерігається за напрямом досліджень “6.2. Моделі та інструменти управління!” — 62,8 % від загальної кількості публікацій сфери, найкращі ж показники темпів зростання публікацій і цитувань — “6.3. Міжнародне співробітництво в напрямі здорових, безпечних і стабільно керованих морів/океанів” (рис. 6).

Найактуальнішим виявився піднапрямок “**блакитна економіка**”.

У той час, коли людство дедалі більше розуміє важливість дослідження екосистем узбережжя та океану, політики та дослідницькі установи в усьому світі, які займаються проблемами океану та прибережних регіонів, вимагають



**Рис. 6.** Оцінка актуальності публікацій за показниками темпів зростання кількості публікацій та цитувань у розрізі напрямів сфери дослідження “6. Управління водними (морськими, океанічними, річковими) ресурсами” за період 2017–2021 рр.

подальшого та вдосконаленого аналізу “блакитної економіки”. Попри те, що “блакитна економіка” є відносно новою концепцією, існує багато можливостей для подальшого її розвитку, включаючи взяття на себе глобальної відповідальності щодо захисту морського екологічного середовища, зміцнення міжнародної комунікації та обміну досягненнями, а також сприяння встановленню глобальних “блакитних партнерств”.

“Блакитна економіка” сприяє пом’якшенню наслідків зміни клімату, розвиваючи морську відновлювану енергетику, декарбонізуючи морський транспорт та озеленюючи порти.

Ініціативи “блакитної економіки” або “блакитного зростання” розглядають океан як новий економічний кордон і передбачають узгодження з соціальними цілями та проблемами дрібно-масштабного рибальства (ДМР). Поглиблений аналіз виявляє принципові відмінності в ідеологіях, пріоритетах і підходах. Масштабні економічні інтереси та інтереси збереження навколишнього середовища ставлять під загрозу значні переваги, які забезпечує ДМР для продовольчої безпеки близько чотирьох мільярдів споживачів у всьому світі, а в країнах, що розвиваються, постає ключовим джерелом поживних мікроелементів і білка для більш ніж мільярда споживачів із низьким рівнем доходу. Запропоновані методи дають змогу дослідити, як управління океаном може краще враховувати соціальні аспекти рибальства [30].

Морське просторове планування (МПП), що спрямоване на зміну клімату в океані, є глобальним прагненням підтримувати економічне зростання, продовольчу безпеку та стійкість екосистем. Моделювання кліматичних змін (КЗ) океану може стати ключовим інструментом підтримки прийняття рішень для МПП, але традиційний аналіз моделювання та комунікаційні проблеми заважають їх широкому застосуванню. Застосовано специфічні для МПП аналізи моделювання клімату океану, розглядаючи питання про те, як захист природи та рибальство можуть бути адаптовані до КЗ. Виявлено, що запланований розподіл цих видів діяльності може стати нежиттєздатним під час реалізації політики через КЗ, що призведе до недосягнення цілей сталості та блакитного зростання. Було оцінено значні кліматичні зміни на рівні екосистем в компонентах океану, які лежать в основі визначених ділянок і рибальської діяльності, що відображає різну величину змін у бентосних і пелагічних, а також прибережних і морських середовищ існування. Використовуючи природний розподіл кліматичної стійкості в екосистемах океану, такі адаптивні до клімату стратегії просторового управління можна розглядати як природні рішення для обмеження впливу КЗ на екосистеми океану та залежні від них сектори блакитної економіки, прокладаючи шлях до кліматично розумного МПП [31].

## ВИСНОВКИ

Завдяки морським і водним дослідженням та інноваціям ми можемо зробити наступний важливий крок у напрямі захисту та відновлення морських і прісноводних екосистем, а також боротьби з забрудненням. Окрім того, можливість перетворити блакитну економіку на вуглецево-нейтральну та циклічну несе потенціал для розвитку стійких і екологічно чистих процесів у водному секторі.

Важливо зазначити, що морські та водні дослідження та інновації є не просто окремими частинами діяльності, а частиною стратегії біо-економіки Європейського Союзу. Результати цих досліджень можуть стати основою для розробки політики, а також виявлення прогалин і бар'єрів у поточних підходах.

Сучасні виклики, зокрема зміна клімату, втрата біорізноманіття, мають глобальний характер і вимагають спільних зусиль вчених і дослідників з усього світу. Співпраця щодо розв'язання цих проблем дасть змогу забезпечити збереження та стійкий розвиток важливих водних і морських ресурсів для майбутніх поколінь.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. O'Hara C. C. At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts [Electronic resource] / C. C. O'Hara, M. Frazier, B. S. Halpern // *Science*. — 2021. — No. 372 (6537). — P. 84. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000636049300059>. <https://doi.org/10.1126/science.abe6731>.
2. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate [Electronic resource] / Sala Enric, Mayorga Juan, Bradley Darcy et al. // *Nature*. — 2021. — Vol. 592. — Issue 7854. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000629906100007>.
3. Marine plastic pollution [Electronic resource] // IUCN. Issue Brief. — Access mode: <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/marine-plastic-pollution>.
4. Savoca M. S. Plastic ingestion by marine fish is widespread and increasing [Electronic resource] / M. S. Savoca, A. G. McInturf, E. L. Hazen // *Global Change Biology*. — 2021. — Vol. 27. — Issue 10. — P. 2188–2199. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000616363200001>. <https://doi.org/10.1111/gcb.15533>.
5. Environmental pharmaceuticals and climate change: The case study of carbamazepine in M. galloprovincialis under ocean acidification scenario [Electronic resource] / Mezzelani Marica, Nardi Alessandro, Bernardini Ilaria et al. // *Environment International*. — 2021. — Vol. 146. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000604625600005>. — <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106269>.
6. Pharmaceuticals in the marine environment: What are the present challenges in their monitoring? [Electronic resource] / Branchet Perrine, Arpin-Pont Lauren, Piram Anne et al. // *Science of the Total Environment*. — 2021. — Vol. 766. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000617676800048>. — <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142644>.
7. A path planning strategy unified with a COLREGS collision avoidance function based on deep reinforcement learning and artificial potential field [Electronic resource] / Li Lingyu, Wu Defeng, Huang Youqiang, Yuan Zhi-Ming // *Applied Ocean Research*. — 2021. — Vol. 113. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000672806500001>. — <https://doi.org/10.1016/j.apor.2021.102759>.
8. Згама А. Сучасні тенденції розвитку морського комплексу в Україні та світі [Електронний ресурс] / А. Згама, Д. Зятіна // *Фінансове право*. — 2021. — № 2. — С. 158–163. — Режим доступу: <https://hdl.handle.net/11300/24294>.
9. Крайнюков О. М. Вплив нафтохімічного забруднення на якість підземних вод (на прикладі Балаклієвського району Харківської області) / О. М. Крайнюков, А. Й. Лур'є, В. М. Прибилова, І. А. Кривицька // *Екологічні науки*. — 2022. — Вип. 1 (40). — С. 17–22. — <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.3>.
10. Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України [Електронний ресурс] // *Матеріали Міжнародного наукового форуму (Київ, 19–20 травня 2021 р.)*. — Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2021. — 204 с. — Режим доступу: <https://nuou.org.ua/assets/documents/mor-strat-derzh.pdf>.
11. The Science we need for the ocean we want: the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030) [Electronic resource]. — IOC/BRO/2018/7 REV. — 23 p. — Access mode: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00002651981654/5000>.
12. Шевченко І. В. Від цілей сталого розвитку до дій “Десятиліття” / І. В. Шевченко // *Океанографічний журнал*. — 2020. — № 2 (13). — С. 38–46.
13. Environment U. N. Drowning in Plastics — Marine Litter and Plastic Waste [Electronic resource] / U. N. Environment // *Vital Graphics*. — 21.10.2021. — Access mode: <https://www.unep.org/resources/report/drowning-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>.
14. Чи можна пластикovu пляшку перетворити знову на нафту, газ чи вугілля? [Електронний ресурс] // УКРІНФОРМ. Мультимедійна платформа інформовлення України. — Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3295306-ci-mozna-plastikovu-plasku-peretvoriti-znovu-na-naftu-gaz-ci-vugilla.html>.
15. Жуков Ю. Д. Проект Opuss: перші результати і дорожня карта розвитку [Електронний ресурс] / Ю. Д. Жуков, О. В. Зівенко. — Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/355184373\\_OPUSS\\_PROJECT\\_FIRST\\_RESULTS\\_AND\\_ROADMAP\\_OF\\_DEVELOPMENT](https://www.researchgate.net/publication/355184373_OPUSS_PROJECT_FIRST_RESULTS_AND_ROADMAP_OF_DEVELOPMENT).
16. Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution / E. Schmaltz, E. C. Melvin, Z. E. F. Diana, et al. // *Environment International*. — 2020. — Vol. 144. — P. 106067. — <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>.
17. The impact of climate change on fish infectious diseases / Yu. Rud, O. Zaloilo, L. Buchatsky, I. Hrytsyniak // *Fisheries Science of Ukraine*. — 12/2020. — Issue 4(54). — P. 78–110 — <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078>.

18. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. — Rome : FAO, 2020. — P. 186–187. — <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
19. Transforming the Future of Marine Aquaculture: A Circular Economy Approach [Electronic resource] / H. Greene Charles, M. Scott-Buechler Celina, L. P. Hausner Arjun et al. // *Oceanography* (Washington, D. C.). — 2022. — Vol. 35. — Issue 2. — P. 26–34. — Access mode: <https://go.exlibris.link/x51Gz4tb>. — <https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.213>.
20. Collision-avoidance navigation systems for Maritime Autonomous Surface Ships: A state of the art survey [Electronic resource] / Zhang Xinyu, Wang Chengbo, Jiang Lingling et al. // *Ocean Engineering*. — 2021. — Vol. 235. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000685280300001>. — <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109380>.
21. An enhanced intelligent model: To protect marine IoT sensor environment using ensemble machine learning approach [Electronic resource] / Tiwari, Dimple, Bhati Bhoopesh Singh, Nagpal Bharti et al. // *Ocean Engineering*. — 2021. — Vol. 242. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000730063400003>. — <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110180>.
22. Kamolov A. An IoT-Based Ship Berthing Method Using a Set of Ultrasonic Sensors / A. Kamolov // *Sensors* (Basel, Switzerland). — 2019. — Vol. 19. — Issue 23. — <https://doi.org/10.3390/s19235181>.
23. Towards Green and Smart Seaports: Renewable Energy and Automation Technologies for Bulk Cargo Loading Operations [Electronic resource] / Philipp Robert, Prause Gunnar, Olaniyi Eunice O., Lemke Florian // *Environmental and climate technologies*. — 2021. — Vol. 25. — No. 1. — P. 650–665. — Access mode: <https://go.exlibris.link/CNbjfLTF>. — <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0049>.
24. Future Greener Seaports: A Review of New Infrastructure, Challenges, and Energy Efficiency Measures [Electronic resource] / Sadiq Muhammad; Ali Syed Wajahat, Terriche Yacine et al. // *DOAJ*. — 2021. — Vol. 9. — P. 75568–75587. — Access mode: <https://go.exlibris.link/pSNGf2rm>. — <https://doi.org/10.1109/access.2021.3081430>.
25. Suitable site selection for offshore wind farms in Turkey's seas: GIS-MCDM based approach [Electronic resource] / Genc Mustafa Serdar, Karipoglu Fatih, Koca Kemal, Azgin Sukru Taner // *Earth Science Informatics*. — 2021. — Vol. 14. — Issue 3. — P. 1213–1225. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000656374900002>. — <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00632-3>.
26. Energy-food nexus in the marine environment: A macroeconomic analysis on offshore wind energy and seafood production in Scotland [Electronic resource] / Qu Yang, Hooper Tara, Swales J. Kim et al. // *Energy Policy*. — 2021. — Vol. 149. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000615306000035>. — <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112027>.
27. Wen G. A Review of Graphene-Based Materials for Marine Corrosion Protection [Electronic resource] / Wen Gang, Bai Pengpeng, Tian Yu // *Journal of bio- and tribo-corrosion*. 01/01/2021. Vol. 7. — Access mode: <https://go.exlibris.link/d5DNdSRG>. — <https://doi.org/10.1007/s40735-020-00456-6>.
28. Investigation of composite silane emulsion modified by in-situ functionalized graphene oxide for cement-based materials [Electronic resource] / Hou Dongshuai, Wu Cong, Yin Bing et al. // *Construction and Building Materials*. — 2021. — Vol. 304. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000696606000004>. — <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124662>.
29. Multilayer Perceptron Model for the prediction of corrosion rate of Aluminium Alloy 5083 in seawater via different training algorithms [Electronic resource] / F. Zulkifli, S. Abdullah, M. J. Suriani et al. // 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (CENVIRON). 2020. — *Electr Network*. 2021. — Vol. 646. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000685535200058>. — <https://doi.org/10.1088/1755-1315/646/1/012058>.
30. Securing a Just Space for Small-Scale Fisheries in the Blue Economy [Electronic resource] / J. Cohen Philippa, H. Allison Edward, L. Andrew Neil et al. // *Frontiers in Marine Science*. — 2019. — Vol. 6. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000465451100001>.
31. Bright spots as climate-smart marine spatial planning tools for conservation and blue growth [Electronic resource] / M. Queiros Ana, Elizabeth Talbot, J. Beaumont Nicola et al. // *Global Change Biology*. — 2021. — Vol. 27. — Issue 21. — P. 5514–5531. — Access mode: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000692752800001>. — <https://doi.org/10.1111/gcb.15827>.

## REFERENCES

1. O'Hara, C. C., Frazier, M., & Halpern, B. S. (2021). At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts. *Science*, 372 (6537), 84. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000636049300059>. <https://doi.org/10.1126/science.abe6731>.
2. Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., & Auber, A. et al. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592 (7854). Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000629906100007>.
3. Marine plastic pollution. IUCN. Issue Brief. <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/marine-plastic-pollution>.
4. Savoca, M. S., McInturf, A. G., & Hazen, E. L. (2021). Plastic ingestion by marine fish is widespread and increasing. *Global Change Biology*, 27 (10), 2188–2199. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000616363200001>. <https://doi.org/10.1111/gcb.15533>.
5. Mezzelani, M., Nardi, A., Bernardini, I., Milan, M., Peruzza, L., & d'Errico, G. et al. (2021). Environmental pharmaceuticals and climate change: The case study of carbamazepine in *M. galloprovincialis* under ocean acidification scenario. *Environment International*, 146. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000604625600005>. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106269>.
6. Arpin-Pont, Lauren, Piram, A., Boissery, P., Wong-Wah-Chung, P., & Doumenq, P. (2021). Pharmaceuticals in the marine environment: What are the present challenges in their monitoring? *Science of the Total Environment*, 766. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000617676800048>. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142644>.

7. Li, L. Y., Wu, D. F., Huang, Y. Q., & Yuan, Z. M. (2021). A path planning strategy unified with a COLREGS collision avoidance function based on deep reinforcement learning and artificial potential field. *Applied Ocean Research*. 113. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000672806500001>. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2021.102759>.
8. Zghama, A., & Ziatina, D. (2021). Suchasni tendentsii rozvytku morehospodarskoho kompleksu v Ukraini ta sviti [Modern trends in the development of the maritime complex in Ukraine and the world]. *Finansove pravo* [Finance law]. 2, 158–163. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/11300/24294> [in Ukr.].
9. Krainiukov, O. M., Lurie, A. I., Prybylova, V. M., & Kryvytska, I. A. (2022). Vplyv naftokhimichnoho zabrudnennia na yakist pidzemnykh vod: na prykladi Balakliivskoho raionu Kharkivskoi oblasti [The influence of petrochemical pollution on the quality of ground-water: on the example of Balakliiv district of Kharkiv region]. *Ekologichni nauky* [Environmental sciences]. 1 (40), 17–22. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.3> [in Ukr.].
10. (2021). Morska stratehiia derzhavy. Rozvytok ta realizatsiia morskoho potentsialu Ukrainy [Maritime strategy of the state. Development and realization of maritime potential of Ukraine]. *Materialy mizhnarodnoho naukovofo forumu* [Proceedings of the International Scientific Forum]. Kyiv, P. 204. Retrieved from: <https://nuou.org.ua/assets/documents/mor-strat-derzh.pdf> [in Ukr.].
11. The Science we need for the ocean we want: the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030). IOC/BRO/2018/7 REV, 23 p. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00002651981654/5000>.
12. Shevchenko, I. V. (2020). Vid tsilei staloho rozvytku do dii “Desiatylittia” [From Sustainable Development Goals to “Decade” Actions]. *Okeanohrafichnyi zhurnal* [Oceanographic journal]. 2 (13), 38–46. [in Ukr.].
13. Environment, U. N. (2021). Drowning in Plastics — Marine Litter and Plastic Waste. *Vital Graphics*. Retrieved from: <https://www.unep.org/resources/report/drowning-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>.
14. Chy mozna plastykovu pliashku peretvoryty zнову na naftu, haz chy vuhillia? [Can a plastic bottle be turned back into oil, gas or coal?]. UKRINFORM. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3295306-ci-mozna-plastikovu-plasku-peretvoriti-znovu-na-naftu-gaz-ci-vugilla.html> [in Ukr.].
15. Zhukov, Yu. D., Zivenko, O. V. Proekt Opuss: pershi rezultaty i dorozhnia karta rozvytku [The Opuss project: first results and development roadmap]. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/355184373\\_OPUSS\\_PROJECT\\_FIRST\\_RESULTS\\_AND\\_ROADMAP\\_OF\\_DEVELOPMENT](https://www.researchgate.net/publication/355184373_OPUSS_PROJECT_FIRST_RESULTS_AND_ROADMAP_OF_DEVELOPMENT) [in Ukr.].
16. Schmaltz, E., Melvin, E. C., Diana, Z., Gunady, E. F., Rittschof, D., & Somarelli, J. A., et al. (2020). Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution. Dunphy-Daly. *ENVIRONMENT INTERNATIONAL*. 144, p. 106067. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>.
17. Rud, Yu., Zaloilo, O., Buchatsky, L., & Hrytsyniak, I. (2020). The impact of climate change on fish infectious diseases. *Fisheries Science of Ukraine*. 12 (4(54)), 78–110. <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078>.
18. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. FAO. 2020, 186–187. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
19. Greene, Ch. H., Scott-Buechler, C. M., Hausner, A. L. P., Johnson, Z. I., Lei, X. G., & Huntley, M. E. (2022). Transforming the Future of Marine Aquaculture: A Circular Economy Approach. *Oceanography (Washington, D.C.)*. 35 (2), 26–34. Retrieved from: <https://go.exlibris.link/x51Gz4tb>. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.213>.
20. Zhang, X. Y., Wang, C. B., Jiang, L., Lanxuan, A., & Yang, R. (2021). Collision-avoidance navigation systems for Maritime Autonomous Surface Ships: A state of the art survey. *Ocean Engineering*. Vol. 235. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000685280300001>. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109380>.
21. Tiwari, D., Bhati, B. S., Nagpal, B., Sankhwar, S., & Al-Turjman, F. (2021). An enhanced intelligent model: To protect marine IoT sensor environment using ensemble machine learning approach. *Ocean Engineering*. Vol. 242. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000730063400003>. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110180>.
22. Kamolov, A. (2019). An IoT-Based Ship Berthing Method Using a Set of Ultrasonic Sensors. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 19 (23). <https://doi.org/10.3390/s19235181>.
23. Philipp, R., Prause, G., Olaniyi, E. O., & Lemke, F. (2021). Towards Green and Smart Seaports: Renewable Energy and Automation Technologies for Bulk Cargo Loading Operations. *Environmental and climate technologies*. 25 (1), 650–665. Retrieved from: <https://go.exlibris.link/CNbjFLTF>. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2021-0049>.
24. Muhammad, S., Wajahat, A. S., Terriche, Ya., Mutarrif, M. U., Hassan, M. A., & Hamid, Kh. et al. (2021). Future Greener Seaports: A Review of New Infrastructure, Challenges, and Energy Efficiency Measures. *DOAJ*. 9, 75568–75587. Retrieved from: <https://go.exlibris.link/pSNGf2rm>. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3081430>.
25. Genc, M. S., Karipoglu, F., Koca, K., & Azgin, S. T. (2021). Suitable site selection for offshore wind farms in Turkey's seas: GIS-MCDM based approach. *Earth Science Informatics*. 14 (3), 1213–1225. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000656374900002>. <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00632-3>.
26. Qu, Y., Hooper, T., Swales, J. K., Papathanasopoulou, E., & Austen, M. C. et al. (2021). Energy-food nexus in the marine environment: A macroeconomic analysis on offshore wind energy and seafood production in Scotland. *Energy Policy*. Vol. 149. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000615306000035>. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112027>.
27. Wen, G., Bai, P., & Tian, Yu. (2021). A Review of Graphene-Based Materials for Marine Corrosion Protection. *Journal of bio- and tribo-corrosion*. 7. Retrieved from: <https://go.exlibris.link/d5DNdSRG>. <https://doi.org/10.1007/s40735-020-00456-6>.
28. Hou, D. S., Wu, C., Yin, B., Hua, X. J., Xu, H. F., & Wang, X. P. et al. (2021). Investigation of composite silane emulsion modified by in-situ functionalized graphene oxide for cement-based materials. *Construction and Building Materials*. Vol. 304. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000696606000004>. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124662>.

29. Zulkifli, F., Abdullah, S., Suriani, M. J., Kamaludin, M. I. A., & Nik, W. B. W. (2020). Multilayer Perceptron Model for the prediction of corrosion rate of Aluminium Alloy 5083 in seawater via different training algorithms. *3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (CENVIRON)*. Electr Network. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000685535200058>. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/646/1/012058>.
30. Cohen, P. J., Allison, E. H., Andrew, N. L., Cinner, J., Evans, L. S., & Fabinyi, M. et al. (2019). Securing a Just Space for Small-Scale Fisheries in the Blue Economy. *Frontiers in Marine Science*. Vol. 6. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000465451100001>.
31. Queiros, A. M., Talbot, E., Beaumont, N. J., Somerfield, P. J., Kay, S., & Pascoe, C. et al. (2021). Bright spots as climate-smart marine spatial planning tools for conservation and blue growth. *Global Change Biology*. 27(21), 5514–5531. Retrieved from: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000692752800001>. <https://doi.org/10.1111/gcb.15827>.

**T. K. KURANDA**, Head of Department

**N. Yu. SHVED**, Head of Sector

**A. B. OSADCHA**, Senior Researcher

**N. I. VAVILINA**, Senior Researcher

## GLOBAL TRENDS ANALYSIS OF SCIENCE DEVELOPMENT IN THE AREAS OF MARINE RESEARCH

**Abstract.** *The world ocean plays an extremely important role in the life of mankind, has crucial importance for the accelerated development of the world economy, and is an important factor in geopolitics. Despite the huge potential of self-regulation, its condition is rapidly deteriorating today, mostly with the participation of humans. The problem of a more complete understanding of the role of the ocean in the functioning of the Earth system, the interaction of human and the ocean acquires special importance in these conditions, which requires appropriate research in many fields of science. One of the ways to identify gaps in knowledge about the world ocean can be a comprehensive analysis of the global array of scientific works in the areas of marine research. The global trends analysis of science development in the areas of marine research was carried out on the basis of data from the international platforms Web of Science and Research4Life. The analysis was carried out according to six conventional areas of marine research: (1. Ecology of rivers, seas, oceans, coastal areas, ecological consequences of human activity; 2. Fishing and aquaculture, water use activities; 3. Marine infrastructure; 4. Geology and development of marine mineral and energy resources; 5. Production of machines and equipment; 6. Management of water (sea, ocean, river) resources by indicators of publication number, citation number, growth rates of these indicators. According to the results of the scientometric publication analysis, the most relevant areas of marine research were determined, which include: "microplastics", "biodiversity", "aquatic biological resources", "marine species", "aquaculture", "artificial intelligence", "Internet of Things", "green" and "smart" ports, "offshore wind farms", "corrosion protection", "blue economy", which is confirmed by the results of the analysis. The world experience deserves special attention, including Ukraine's scientific developments on protecting the ocean from plastic. The scientists' list of technologies currently in use or being developed to prevent or collect plastic pollution includes 52 technologies.*

**Keywords:** *marine research, marine ecosystem, biodiversity, water resources, marine biology and ecology, fisheries, aquaculture, blue economy, water resources management.*

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Куранда Тетяна Костянтинівна** — заввідділу, ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-02; [kuranda@uintei.kiev.ua](mailto:kuranda@uintei.kiev.ua); ORCID: 0000-0002-5913-4113

**Швед Наталія Юріївна** — канд. хім. наук, завсектору, ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-29; [nataly.shved@icloud.com](mailto:nataly.shved@icloud.com); ORCID: 0000-0001-6597-1682

**Осадча Анастасія Борисівна** — с. н. с., ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-29; [osadcha@ukrintei.ua](mailto:osadcha@ukrintei.ua); ORCID: 0000-0001-5151-2901

**Вавіліна Ніна Іванівна** — с. н. с., ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації», вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03680; +38 (097) 292-41-42; [vavilina@uintei.kiev.ua](mailto:vavilina@uintei.kiev.ua); ORCID: 0000-0002-4861-2810

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Kuranda T. K.** — Head of Department of Ukrainian Institute for Scientific Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-02; [kuranda@uintei.kiev.ua](mailto:kuranda@uintei.kiev.ua); ORCID: 0000-0002-5913-4113

**Shved N. Yu.** — PhD in Chemistry, Head of Sector Ukrainian Institute for Scientific Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-29; [nataly.shved@icloud.com](mailto:nataly.shved@icloud.com); ORCID: 0000-0001-6597-1682

**Osadcha A. B.** — Senior Researcher of Ukrainian Institute for Scientific Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03680; +38 (044) 521-00-29; [osadcha@ukrintei.ua](mailto:osadcha@ukrintei.ua); ORCID: 0000-0001-5151-2901

**Vavilina N. I.** — Senior Researcher of Ukrainian Institute for Scientific Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (097) 292-41-42; [vavilina@uintei.kiev.ua](mailto:vavilina@uintei.kiev.ua); ORCID: 0000-0002-4861-2810

О. П. ХОХОТВА, д-р техн. наук, доц.

## ХІМІЧНИЙ ЛІЗИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

**Резюме.** Хімічні речовини широко використовуються у виробничих процесах і мають життєво важливе значення для економічного та соціального добробуту суспільства. Під час або після використання вони потрапляють у навколишнє середовище та призводять до його забруднення, наслідком чого є як екологічні, так і (через необґрунтовані втрати) економічні збитки. Метою циркулярної економіки є створення замкнутого циклу, у якому відходи та ресурси повторно використовуються та переробляються, а не потрапляють на звалище. З-поміж стратегій циркулярної економіки варто відмітити систему “продукт — послуга”, яка найбільш придатна у сфері використання хімічних речовин. У ній хімікат як фізичний продукт поєднується з компонентом послуги, тобто споживач отримує послугу з використанням хімічних речовин і сплачує лише за результат. Цей підхід реалізований в інноваційній моделі хімічного лізингу. У ній постачальник хімікатів отримує оплату за послугу, надану з використанням хімікатів, а не за кількість проданих хімікатів, і, таким чином, стає постачальником послуг, зацікавленим у збереженні низьких витрат, водночас надаючи клієнтам послуги обумовленої якості. Основою економічних розрахунків між партнерами є корисний результат використання хімікатів, який, залежно від виробничого процесу, може вимірюватися в кількості годин безперебійної роботи обладнання, площі пофарбованої поверхні тощо. Таким чином, хімічний лізинг сприяє реалізації принципів економіки замкнутого циклу, різко зменшивши споживання первинних сировинних ресурсів для виробництва хімікатів та обсяг хімічних відходів.

**Ключові слова:** циркулярна економіка, хімічний лізинг, сервіс-орієнтована бізнес-модель, функціональна економіка, раціональне споживання ресурсів, хімічні відходи.

### ВСТУП

Хімічні речовини є невіддільною частиною сучасного суспільства. Їх виробництво і споживання суттєво впливає на зайнятість, економічне зростання, стан здоров'я населення, природні екосистеми та клімат. Однак, без належного управління вони можуть негативно вплинути на здоров'я людини та навколишнє середовище.

Продукція промислового та побутового призначення містить широкий спектр хімічних речовин, окремі з яких мають підвищену токсичність і здатні завдавати серйозної шкоди здоров'ю та навколишньому середовищу під час виробництва, використання та утилізації продукції. Їх використання також ускладнює (а то й унеможливорює) переробку продуктів і матеріалів. Для переходу від нинішньої незбалансованої лінійної системи виробництва та споживання “добування — виготовлення — споживання — утилізація” до циркулярної економіки потрібно максимально зменшити/унікати залучення небезпечних хімічних речовин у виробничі процеси.

Раціональне управління хімічними речовинами та відходами є важливою складовою зусиль Програми розвитку ООН (ПРООН) щодо досягнення сталого, інклюзивного, стійкого людського розвитку та Цілей сталого розвитку, а також переходу до економіки замкнутого циклу, яка

усуває відходи та забруднення, підтримує використання продуктів та матеріалів на більш тривалий час і відновлює природні системи.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасне економічне зростання супроводжується стрімким погіршенням умов життєдіяльності людства, пов'язаних зі змінами екологічного стану та клімату планети. Необхідне формування нової парадигми інноваційного розвитку суспільства, основою якого є технологічний уклад, що базується на принципах циркулярної економіки, а саме:

- перехід до використання відновлюваних джерел ресурсів, оптимальність їх використання;
- альтернативна енергетика;
- рециклінг (переробка) відпрацьованих товарів;
- заміщення природних видів сировини переробкою відходів;
- збільшення терміну служби товарів;
- застосування підходів функціональної економіки.

Промислово розвинені країни цілеспрямовано та системно переходять на рейки циркулярної економіки.

Проблемою для промисловості багатьох країн, зокрема і України, є традиційне викорис-

тання лінійної бізнес-моделі, значні ресурсо- та енергоємність виробництва товарів і втрата зв'язку виробника з продуктом після його продажу. Економіка замкненого циклу вимагає інших рішень, що базуються на технологічних, організаційних і маркетингових інноваціях. Економічна наука покликана дослідити ситуацію та виробити рекомендації на різних рівнях, а також стимулювати ширше впровадження інноваційних бізнес-моделей виробництва. Головним принципом переходу до циркулярної економіки є комплексність підходу з охопленням усіх галузей, зокрема металургії, машинобудування, енергетичної, будівельної, харчової, деревообробної тощо. Циркулярна економіка — це не лише переробка, а й підвищення довговічності продукту, повторне використання та спільне використання, а також сприяння більш ефективному використанню матеріалів і мінімізації відходів загалом.

Так, хімічні речовини традиційно розглядають як ресурс одноразового використання, який одразу після споживання перетворюється на відходи. У багатьох випадках це твердження справедливе, оскільки, наприклад, фарба, нанесена як захисне покриття, стає невід'ємною частиною виробу і одним із компонентів відходів наприкінці його життєвого циклу.

Проблемою, яка постала перед багатьма країнами, є економічне зростання промисловості, задоволення потреб споживачів з одночасним зниженням нераціонального споживання невідновлюваних ресурсів.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одним із підходів покращення управління природними сировинними та енергетичними ресурсами є перехід до функціональної економіки, у якій споживачу продається не сам товар, а функція, яку виконує цей товар [1]. Звичними прикладами є купівля функції мобільності (таксі) замість придбання автомобіля, оплата за чистий одяг у спеціалізованих пральних комплексах замість придбання пральної машини, оплата за надруковані папери замість придбання принтера. Питанням раціонального споживання хімічних речовин у промисловості на основі сервіс-орієнтованих бізнес-моделей і покращення управління ними присвячені дослідження [2–5]. Хімічний лізинг як нова концепція використання хімікатів та інноваційна бізнес-модель, спрямована на надання послуг замість продажу хімікатів, була розроблена і активно просувається Програмою ООН з промислового розвитку (UNIDO) [6]. Хімічний лізинг як нова парадигма відносин між виробником і

споживачем хімічних речовин досліджувалася в працях F Moser, T. Jakl, R. Lozano. У праці [7] здійснено порівняльний аналіз сервіс-орієнтованих бізнес-моделей і показана низка переваг, які вигідно відрізняють хімічний лізинг і виводять B2B (англ. *business-to-business*) відносини у сфері споживання хімічних речовин на новий рівень.

**Метою** пропонованої увазі читачів статті є аналіз хімічного лізингу як інноваційної бізнес-моделі з точки зору раціонального споживання сировинних ресурсів для покращення екологічного профілю підприємств у процесі переходу до економіки замкненого циклу.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У фокусі уваги циркулярної економіки перебуває оптимальне використання та повторне використання сировинних ресурсів на різних етапах виробничого ланцюга: від видобування сировини до фази споживання та утилізації [8]. Оптимальне та повторне використання враховує екологічні, економічні та соціальні витрати та вигоди. Циркулярна економіка – це не мета, а ймовірніше інструмент розв'язання декількох ключових проблем. Вона може сприяти зменшенню навантаження на навколишнє середовище, що пов'язане з видобуванням, переробкою, використанням і утилізацією ресурсів, а також зменшити короткострокові та довгострокові ризики постачання і стимулювати економічний розвиток [9].

Існують різні стратегії для зменшення споживання матеріальних ресурсів, які, з екологічної точки зору, можна ранжувати за пріоритетністю:

- запобігання;
- повторне використання;
- переробка.

Таке ранжування тісно пов'язане з різними ієрархіями поводження з відходами, де пріоритетом є обмеження утворення відходів, а вже потім переробка та регенерація утворених відходів, яких неможливо уникнути. Останніми роками ранжування пріоритетності уточнювалося і на сьогодні існує декілька ієрархій циркулярності, кожна з яких містить від трьох до десяти різних стратегій. В узагальненому вигляді вони наведені у **табл. 1**.

Зазвичай стратегії циркулярності на вищому рівні потребують менше первинних матеріалів. Також передбачається, що це допомагає зменшити і подальший несприятливий вплив первинного матеріального виробництва на навколишнє середовище. Нині існує багато різноманітних бізнес-моделей, які дають змогу реалізувати принцип циркулярності в економічній системі. Одним із підходів, який найбільш придатний у

Таблиця 1

## Типологія стратегій циркулярності

| Стратегія                                         |                                           | Коментар                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Більш розумне створення та використання продуктів | (0) Відмова (Refuse)                      | Товар не виготовляється або вилучається з ужитку внаслідок заміни його іншим товаром                                               |
|                                                   | (1) Переосмислення (Rethink)              | Інтенсифікація використання продукту (наприклад, через обмін продуктами чи створення багатофункціональних товарів)                 |
|                                                   | (2) Зниження (Reduce)                     | Більш ефективне використання та/або виробництво продукції за рахунок використання меншої кількості природних ресурсів і матеріалів |
| Подовження життя продукту чи його частин          | (3) Повторне використання (Reuse)         | Повторне використання викинутого, проте ще придатного для використання продукту з тією самою метою іншим користувачем              |
|                                                   | (4) Ремонт (Repair)                       | Ремонт і технічне обслуговування несправного продукту, щоб він і далі виконував ті ж функції                                       |
|                                                   | (5) Відновлення (Refurbish)               | Відновлення та/або модернізація старого продукту, щоб його покращена версія могла виконувати початкові функції                     |
|                                                   | (6) Повторне виготовлення (Remanufacture) | Використання частин викинутого продукту в новому продукті з такою ж функцією                                                       |
|                                                   | (7) Перепрофілювання (Repurpose)          | Використання викинутих продуктів або їхніх частин у нових продуктах з іншою функцією                                               |
| Корисне застосування матеріалів                   | (8) Переробка (Recycle)                   | Переробка матеріалів для досягнення вихідної високої якості або отримання матеріалів нижчої якості                                 |
|                                                   | (9) Відновлення (Recover)                 | Спалювання матеріалів з утилізацією тепла                                                                                          |

**Джерело:** Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain. *PBL Netherlands Assessment Agency, the Hague*. 46 p. Retrieved from: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>.

сфері використання хімічних речовин, є система “продукт — послуга” (Product-service systems — PSS), суть якого полягає в поєднанні фізичного продукту з компонентом послуги, причому право власності залишається за постачальником. У рамках PSS клієнти отримують доступ до функцій продукту, а не отримують продукт у власність.

Традиційно хімічні речовини продаються клієнтам, які використовують їх для виконання певних функцій у виробничих процесах. Постачальники хімікатів мають економічну зацікавленість у збільшенні обсягів проданих хімікатів. Зазвичай їхні доходи збільшуються, якщо вони продають хімікати за вищими цінами або у великих обсягах. Однак вищих цін важко досягти внаслідок конкуренції, тому звичайна бізнес-практика зосереджена на збільшенні обсягів продажів. Проте у багатьох випадках це пов'язано з негативним впливом на навколишнє середовище та негативними наслідками щодо доступності ресурсів у майбутньому.

Для зменшення кількості утворених відходів і зниження споживання матеріальних ресурсів, у рамках циркулярної економіки постачальники та споживачі мають пов'язати вартість не з самим продуктом, а з бажаною функцією, яку виконує цей продукт [10]. Якщо продукт має короткий термін служби (наприклад, хімікати), це стимулює повторне споживання і, таким чином, ринок цього продукту розвивається на користь постачальників. Альтернативою бізнес-моделі, що заснована на продажі продукту, є модель надання послуг. У випадку оплати за конкретну послугу, а не за постачання певної кількості продукту, надмірне споживання первинних ресурсів фактично стає перешкодою для виробників і зменшує їхній прибуток.

У бізнес-моделі, що базується на послугах, існує чітке економічне стимулювання для зменшення використання матеріалів і підвищення ефективності та довговічності продукції. Інноваційний дизайн продукту надає можливість різко зменшити кількість відходів за рахунок по-

вторного використання або переробки. Одним з інструментів для перегляду та реорганізації бізнесу, що пов'язаний із хімічними речовинами, відповідно до принципів циркулярної економіки, є хімічний лізинг, який може привабити промисловців і ділових партнерів з точки зору переваг, конкурентоспроможності та доданої вартості.

Хімічний лізинг спрямований на сприяння більш ефективному використанню хімікатів у виробничому процесі шляхом переосмислення, переформатування ділових відносин між споживачем хімічних речовин і постачальником. Фокус зміщується зі збільшення обсягу продажів хімічних речовин на підхід із доданою вартістю. У моделі хімічного лізингу постачальник продає не кількість хімікатів, а функцію, яку виконує одиниця хімічної речовини. Натомість функціональна одиниця (кількість знежирених одиниць виробів, розмір пофарбованої площі поверхні, кількість заклеєних коробок, тривалість безперебійної роботи обладнання тощо) стає основою для оплати.

Постачальник хімікатів перетворюється на постачальника послуг і стає економічно зацікавленим, щоб надати послугу обумовленої якості, споживаючи якомога меншу необхідну кількість хімічних речовин і максимально уникаючи відходів. Фокус уваги постачальника — на зростанні доданої вартості. Причому споживач послуги оплачує лише кінцевий результат — корисне використання хімікатів, а отже, не несе відповідальності та матеріальних втрат за їх можливу неефективність, оскільки це сфера компетентності і відповідальності постачальника послуги — використовувати власні know-how для отримання бажаного результату за мінімальні витрати.

Таким чином, постачальник більше не вимірює успіх відповідно до обсягу проданих хімікатів. І постачальник, і споживач виграють, оскільки використовується менше хімікатів, коли оплата пов'язана з виконуваними функціями. Інтереси та мотивація партнерів співпадають, що допомагає досягти економічно взаємовигідного положення і різко зменшує навантаження на навколишнє середовище. Життєвий цикл хімічних речовин продовжується, кількість відходів зводиться до мінімуму, а ресурси використовуються ефективніше.

Хоча хімічний лізинг спрямований на скорочення споживання хімічних речовин, застосування цієї бізнес-моделі може призвести до скорочення використання інших ресурсів. Так, впровадження проєктів із хімічного лізингу дає змогу знизити не лише споживання хімікатів до 90 % (у середньому на 30–40 %), а й води (у се-

редньому на 50 %), енергоносіїв (у середньому на 30 %), пластику та пакування (на 60–80 %) [11]. Усе це сприяє досягненню цілей циркулярної економіки.

Однією з ключових передумов для досягнення замкненості матеріальних потоків є поступове припинення виробництва та використання особливо токсичних хімічних речовин у всіх секторах економіки та забезпечення того, щоб вони більше не використовувалися у виробництві. Це забезпечить повторне використання матеріалів і дотримання принципів ієрархії поводження з відходами. Однак поступове припинення використання таких хімікатів має виходити за рамки простої їх заміни більш безпечними альтернативами та покращення управління запасами хімічних речовин і відходами. Хоча такі заходи є важливими в короткостроковій перспективі, основну увагу варто приділяти перепроєктуванню продуктів, виробничих процесів, послуг і способу споживання, щоб жодне з них не потребувало небезпечних хімічних речовин, а забруднення та відходи були повністю виключені. Зниження токсичності використовуваних хімічних речовин є одним із ключових чинників, які враховуються під час впровадження проєктів із хімічного лізингу.

Показовим прикладом успішного застосування бізнес-моделі хімічного лізингу є процес знежирення на металообробному підприємстві. Цей технологічний процес виконувався з використанням хлоровмісного розчинника у відкритих емкостях. На видалення кожних 100 кг мастил при знежиренні витрачалося 754 кг розчинника, з яких 233 кг перетворювалося на рідкі відходи, а решта випаровувалося. Встановлення закритих машин для знежирення дало змогу скоротити споживання розчинника до 160 кг / 100 кг мастил, а за повного переходу на модель хімічного лізингу з використанням know-how постачальника послуги — компанії Safechem та спеціального обладнання для збору та регенерації розчинника його споживання скоротилося на 99,5 % від початкового рівня — до 4 кг/100 кг мастил.

Інноваційну бізнес-модель хімічного лізингу вже успішно застосовують у найрізноманітніших галузях народного господарства (**табл. 2**).

Варто зауважити, що хімічний лізинг не може бути застосований для окремих процесів і хімікатів. З-поміж таких прикладів можна згадати виробництво фарб (продукт готується за чіткою рецептурою для отримання потрібного кольору і властивостей); хімічні синтези (вихідні компоненти використовуються в стехіометричних пропорціях і відсутня можливість зменшення їхньої кількості).

Таблиця 2

Сфери застосування хімічного лізингу

| Сектор економіки            | Процес                                   |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| Виробництво напоїв          | Змашування ліній розливу та пакування    |
|                             | Миття обладнання                         |
|                             | Наклеювання етикеток                     |
| Металообробна промисловість | Миття/знежирення виробів                 |
|                             | Підготовка поверхні (покращення адгезії) |
|                             | Цинкування                               |
|                             | Анодування                               |
|                             | Нанесення захисного покриття             |
| Текстильна промисловість    | Фарбування тканин                        |
|                             | Валяння                                  |
| Готелі, лікарні             | Прання                                   |
|                             | Миття підлоги                            |
|                             | Миття посуду                             |
| Нафтогазова промисловість   | Буріння свердловин                       |
|                             | Очищення стічних вод, зневоднення нафти  |
| Сільське господарство       | Захист рослин                            |
| Різні галузі                | Очищення стічних вод                     |
|                             | Змашування обладнання                    |
|                             | Склеювання                               |

**Джерело:** UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). (2020). Chemical Leasing: Function to Impact. Vienna: UNIDO. Retrived from: <https://chemicalleasing.com/useful-resources-book/>.

# ВИСНОВКИ (ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ)

Хімічний лізинг є інноваційною бізнес-моделлю, яка дає змогу реалізувати принцип розширеної відповідальності виробника і прив'язати прибутковість діяльності виробника хімічних речовин до ефективності їх використання у виробничих процесах у споживача, а не до абсолютної кількості проданих хімікатів. Фокус моделі хімічного лізингу зосереджено на доданій вартості, на корисності використання хімікатів, завдяки чому бажаний кінцевий результат використання хімічних речовин досягається при споживанні їх менших кількостей (до 90 %). Це сприяє як зменшенню споживання первинної сировини для виробництва хімікатів, так і зменшенню утворення небезпечних відходів, які вимагатимуть їх подальшої утилізації та знешкодження. Уникнення виробництва матеріалів і максимальне повторне використання матеріалів, які вже потрапили в економічну систему, — це ключові принципи хімічного лізингу та одні з найвищих пріоритетів реалізації підходів циркулярної економіки.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mont O. K. Clarifying the concept of product-service system [Electronic resource] / O. K. Mont // Journal of Cleaner Production. — 2002. — Vol. 10. — No. 3. — P. 237–245. — [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00039-7).
2. Oldham J. Chemical management services — greening the supply chain [Electronic resource] / J. Oldham, T. Votta // Greener Management International. — 2003. — No. 41. — P. 89–100. — Access mode: <http://www.jstor.org/stable/greemaintenance.41.89>.
3. Reiskin E. D. Servicizing the chemical supply chain [Electronic resource] / E. D. Reiskin, A. L. White, J. Kauffman Johnson, Th. J. Votta // Journal of Industrial Ecology. — 2000. — Vol. 3, No. 2–3. — P. 19–31. — <https://doi.org/10.1162/108819899569520>.
4. Dolgui A. Outsourcing: definitions and analysis [Electronic resource] / A. Dolgui, J.-M. Proth // International Journal of Production Research. — 2013. — Vol. 51. — No. 23–24. — P. 6769–6777. — <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.855338>.
5. Take Back Chemicals. Business incentives of chemical leasing in the chemical and manufacturing industry [Electronic resource] // White Paper. Royal Haskoning DHV. — The Netherlands, 2017. — Access mode: <https://www.royalhaskoningdhv.com/-/media/royalhaskoningdhvcorporate/files/global/literature/take-back-chemicals-white-paper.pdf?la=en-gb>.

6. Chemical leasing: a global success story. Innovative business approaches for sound and efficient chemicals management [Electronic resource] // United Nations Industrial Development Organization. — Vienna, 2011. — Access mode: [https://www.unido.org/sites/default/files/2014-03/ChL\\_Publication\\_2011\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2014-03/ChL_Publication_2011_0.pdf).
7. Хохотва О. П. Порівняльний аналіз хімічного лізингу та інших бізнес-моделей в управлінні хімічними речовинами на підприємстві [Електронний ресурс] / О. П. Хохотва // Інтернаука. — 2022. — № 4. — С. 91–98. (Серія: Економічні науки). — <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2022-4-7968>.
8. Яценко О. Циркулярна економіка як незворотний глобальний мегатренд та драйвер сталого розвитку України [Електронний ресурс] / О. Яценко // Науковий вісник Одеського національного економічного університету. — 2022. — № 11–12. — С. 131–143. — <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2022-11-12-300-301-131-143>.
9. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences [Electronic resource] // OECD Publishing. — Paris, 2019. — Access mode: [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060\\_9789264307452-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en#page1). — <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>.
10. Towards the Circular Economy — Economic and business rationale for an accelerated transition [Electronic resource] // Ellen MacArthur Foundation. — 2013. — Vol. 1. — Access mode: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>.
11. Economic Features of Chemical Leasing [Electronic resource] / Series on Risk Management. — 2017. — No. 37, Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. — Access mode: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/economic-features-of-chemical-leasing.pdf>.
12. Dolgui, A., & Proth, J. (2013). Outsourcing: definitions and analysis. *Int. J. Prod. Res.* 51, 6769–6777. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.855338>.
13. Take Back Chemicals. Business incentives of chemical leasing in the chemical and manufacturing industry. White Paper. (2017). Royal Haskoning DHV, The Netherlands. Retrieved from: <https://www.royalhaskoningdhv.com/-/media/royalhaskoningdhvcorporate/files/global/literature/take-back-chemicals-white-paper.pdf?la=en-gb>.
14. Chemical leasing: a global success story. Innovative business approaches for sound and efficient chemicals management (2011). United Nations Industrial Development Organization, Vienna. Retrieved from: [https://www.unido.org/sites/default/files/2014-03/ChL\\_Publication\\_2011\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2014-03/ChL_Publication_2011_0.pdf).
15. Khokhotva, O. P. (2022). Porivnialnyi analiz khimichnoho lizynhu ta inshykh biznes-modelei v upravlinni khimichnymi rechovynamy na pidpriemstvi [A comparative study of chemical leasing and other business models in chemicals management at companies]. *Internauka* [Internauka]. 4, 91–98. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2022-4-7968> [in Ukr.].
16. Yatsenko, O. (2022). Tsyrkuliarna ekonomika yak nezvorotnyi hlobalnyi mehatrend ta draiver staloho rozvytku Ukrainy [Circular economy as an irreversible global megatrend and driver of sustainable development of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu* [Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University]. 11–12, 131–143. <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2022-11-12-300-301-131-143> [in Ukr.].
17. (2019). Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. OECD Publishing, Paris. Retrieved from: [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060\\_9789264307452-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en#page1). <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>.
18. (2013). Towards the Circular Economy - Economic and business rationale for an accelerated transition. Vol. 1. Ellen MacArthur Foundation. Retrieved from: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-n-economic-and-business-rationale-for-an>.
19. (2017). Economic Features of Chemical Leasing. Series on Risk Management, No. 37, Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. Retrieved from: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/economic-features-of-chemical-leasing.pdf>.

## REFERENCES

O. P. KHOKHOTVA, D. Sc. in Engineering, Associate Professor

## CHEMICAL LEASING AS A TOOL OF CIRCULAR ECONOMY

**Abstract.** Chemicals are widely used in manufacturing processes and are vital for the economic and social well-being of society. During or after using, they enter the environment and lead to pollution, resulting in both environmental and – due to unjustified losses – economic damage. The aim of the circular economy is to create a closed cycle in which waste and resources are reused and recycled rather than end up on a landfill. The product-service system is one among the strategies of the circular economy that is most suitable for the use of chemicals. It combines a chemical as a physical product with a service component, that means that a consumer receives a service using chemicals and pays only for the result. This approach is implemented in an innovative model of chemical leasing. In it, the chemical supplier gets paid for the service provided using the chemicals, rather than for the amount of chemicals sold, and thus becomes a service provider interested in keeping costs low while providing customers with the agreed quality of service. The basis of economic settlements between partners is the useful result of the use of chemicals, which, depending on the production process, can be measured in

*the number of hours of uninterrupted operation of the equipment, the area of the painted surface, etc. Thus, chemical leasing contributes to the implementation of the principles of the circular economy, dramatically reducing the consumption of primary raw materials for the production of chemicals and the amount of chemical waste.*

**Keywords:** circular economy, chemical leasing, service-oriented business model, functional economy, sustainable resource consumption, chemical waste.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Хохотва Олександр Петрович** — д-р техн. наук, доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Берестейський просп., 37, м. Київ, Україна, 03056; +38 (095) 797-04-83; khokhotva@bigmir.net; ORCID: 0000-0002-2607-9242

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Khokhotva O. P.** — D. Sc. in Engineering, Associate Professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 37, Beresteyskyi Ave, Kyiv, Ukraine, 03056; +38 (095) 797-04-83; khokhotva@bigmir.net; ORCID: 0000-0002-2607-9242



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-03>

УДК 330.341.1

**С. П. ІГНАЦЕВИЧ**, канд. екон. наук, с. н. с.

## СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ТРАНСКОРДОННОГО СПІВРОБІТНИЦТВА

**Резюме.** Транскордонне співробітництво — один із ключових елементів економічного розвитку прикордонних територій. У той час, як уряди країни стимулюють розвиток транскордонного співробітництва шляхом мінімізації впливу кордонів на господарські процеси, на практиці не існує прямого зв'язку між рівнем "відкритості" кордону й активізацією науково-технічної діяльності на прикордонних територіях. Однак природа цього зв'язку значно складніша, чому і присвячена запропонована стаття. Описано чинники впливу кордонів на розвиток транскордонного співробітництва загалом і науково-технічної діяльності зокрема. Також розглянуто виміри функціонування інноваційних систем у сфері транскордонного співробітництва. У статті окреслено подальші перспективи розвитку науково-технічної діяльності на прикордонних територіях з урахуванням впливу кордонів на ефективність транскордонного співробітництва.

**Ключові слова:** транскордонне співробітництво, науково-технічна діяльність, кордони, інноваційний розвиток, трансфер технологій, закордонний досвід.

#### ВСТУП

У той час, як з точки зору загального економічного розвитку – розвитку науки й інновацій, обміну технологіями, товарами, послугами – кордони між країнами є насамперед стриму-

вальним фактором, а уряди країни постійно працюють над зменшенням негативного впливу наявних кордонів на розвиток міжнародних відносин, для майже двох третин державного кордону України проблема транскордонного

співробітництва не просто втратила актуальність, а взагалі не може існувати навіть у найбільш довгостроковій перспективі.

Усе це посилює гостру потребу розширення транскордонної співпраці з країнами-сусідами та європейською спільнотою загалом. Попри те, що євро регіони у своєму сучасному вигляді існують принаймні пів століття і увесь час розвиваються, збільшуючись як у кількості активних євро регіонів, так і в кількості країн-учасниць, деяким питанням дослідники досі не надають належної уваги.

Так, питання спільного управління екологічними природними зонами, що охоплюють території сусідніх країн, торгівлі, міграції робочої сили та інші економічні питання знаходять своє відображення у працях європейських дослідників, тоді як питання науково-технічної діяльності євро регіонів, а зокрема нормативно-правове регулювання, особливості та алгоритми наукової співпраці, залишаються недостатньо дослідженими.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

За ефективного управління транскордонна співпраця може стати потужним інструментом для сприяння економічному та соціальному розвитку, а також розв'язанню глобальних проблем. Об'єднуючи свої ресурси, експертизу та знання, країни та регіони можуть створювати нові підходи до складних завдань, що збільшує їхній потенціал відповідати на ці виклики [1].

Окрім того, транскордонне співробітництво може сприяти економічному розвитку та підтримувати торгівлю, створюючи передумови для розвитку прикордонних територій залучених країн. Відтак, розуміння викликів, з якими стикаються регіони під час управління прикордонними територіями, є вирішальним для забезпечення успішного співробітництва. На шляху підтримки співробітництва між кордонами та вирішення цих викликів, країни та регіони можуть співпрацювати більш ефективно щодо розв'язання глобальних проблем та досягання спільних цілей економічного, а також екологічного та соціального розвитку. Фактично, транскордонне співробітництво в державному управлінні постає цінним інструментом, який допомагає розв'язувати глобальні питання на окремих територіях, підвищуючи водночас загальний економічний і соціальний рівень розвитку країн-учасниць [2].

Сьогодні, досліджуючи напрями розвитку транскордонного співробітництва в Європі, зокрема сприйняття його мешканцями прикордонних регіонів, можна зазначити, що попри десятиліття політики "зняття кордонів" у межах ЄС, донині досить відчутним залишається так

званий євроскептицизм, особливо в прикордонних регіонах. Пояснень потребує відсутність ентузіазму населення до ідеї Європи без кордонів, попри те, що це призводить до зростання обсягів торгівлі, обміну послугами і створенням нових можливостей для економічного розвитку. Чому попри той факт, що політика транскордонного співробітництва спрямована насамперед на отримання взаємної користі від такої співпраці, досі зіштовхується з неприхильністю чи навіть опозицією з боку значної частки населення Європи [3]?

**Метою** статті є аналіз сучасного стану транскордонного співробітництва в Україні та Європі, й окреслення перспективних напрямів розвитку науково-технічної діяльності у сфері транскордонного співробітництва.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Фактори розвитку науково-технічної діяльності прикордонних регіонів і вплив на такий розвиток транскордонної діяльності активно досліджуються європейськими та вітчизняними вченими, адже активізація транскордонного співробітництва між країнами не лише є запорукою збалансованого розвитку географічно віддалених від своїх столиць регіонів, а й сприяє гармонізації науково-технічної діяльності обох країн, що має безумовний позитивний вплив на процес євроінтеграції.

З-поміж закордонних вчених транскордонну діяльність на території Європи досліджують А. Дековіль [3], Т. Макконен [11], М. Тріппл [12]. В Україні проблеми транскордонного співробітництва та науково-технічної діяльності, зокрема в процесі європейської інтеграції, досліджували Н. Горностаї [4], І. Баланчук [10], а також І. Артьомов, В. Проскура, І. Тимечко та ін.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єднання зусиль регіональних органів влади сусідніх країн щодо спільного управління прикордонними територіями за умови збереження рівності та унікальності кожної зі сторін дає змогу розширити простір прийняття управлінських рішень для більш повного використання економічного потенціалу регіону, поступово зменшуючи негативні прояви бар'єрів будь-яких видів (економічних, соціальних тощо) в процесі розвитку окремих територіально-адміністративних одиниць. Зокрема йдеться про активізацію та розвиток науково-технічної діяльності в контексті розв'язання спільних проблем, вирішення яких без об'єднання зусиль стане ускладненим, або й неможливим [4].

Тривалий час для європейських прикордонних регіонів вважалося, що розвиток науково-технічного потенціалу має безпосередню залежність від рівня транскордонної інтеграції (слабо інтегровані, напівінтегровані та сильно інтегровані системи) [5]. Інакше кажучи, чим більше інтегровані у спільний економіко-соціальний простір території країни-учасниць, тим більше інновацій можна очікувати.

Упродовж останнього десятиліття було проведено низку досліджень, які спрямовані на інновації та інтеграцію в транскордонних регіонах шляхом ретельного вивчення кордонів та їх впливу на всі аспекти взаємодії всередині регіонів. Дослідження підтвердили, що зв'язок між інтеграцією та інноваційним потенціалом регіону значно складніший і не завжди має просту прямо пропорційну залежність. Деяким транскордонним регіонам із високою реляційною близькістю (подібні за суттєвою кількістю показників) не притаманна сильна інтеграція, тоді як відмінності в культурі чи інституціях не завжди формували перешкоди, а іноді навіть сприяли формуванню транскордонних інноваційних процесів.

Таким чином, “подолання” кордонів не обов'язково призводить до автоматичного зростання інноваційного потенціалу чи навпаки. Беззаперечно, наявність кордону чинить вплив на збалансований розвиток транскордонного регіону. Однак раніше вважалося, що цей

вплив суто негативний, тому зусилля були спрямовані насамперед на “подолання” кордонів. Так, відкриття кордонів може сприяти динаміці інтеграції інноваційних систем, але водночас негативні ефекти наявності кордону в культурній чи інституційній сферах будуть зберігатися. Тобто не варто сприймати наявність кордону як однозначний негативний фактор розвитку інноваційного потенціалу транскордонного регіону. Кордони можуть чинити різний вплив (табл. 1.): як перешкоджати, так і посилювати рівень економічного розвитку транскордонного регіону, а отже, й впливати на інноваційний розвиток та науково-технічну діяльність.

Єдиний чинник впливу, який, по суті, не має позитивного ефекту — це *розділення*. Причому зусилля, що спрямовані безпосередньо на подолання впливу цього чинника, можуть мати низьку ефективність, оскільки зменшення дії негативних впливів може посилювати загальний позитивний ефект на розвиток євро регіону лише до певного рівня. Для суттєвого зростання ефективності використання наявного економічного потенціалу регіону потрібно більше уваги звертати на решту чинників.

*Дотичність* — чинник, що визначає кордони як зону контакту двох сусідніх територій. Вплив такого чинника на розвиток транскордонного співробітництва може бути неоднозначним, оскільки дотичність прикордонного регіону сусідньої країни, з одного боку, характеризується

Таблиця 1

**Вплив чинників, які зумовлені наявністю кордону, на збалансований розвиток транскордонного регіону**

| Чинники впливу | Очікуваний негативний вплив                                                                                                  | Очікуваний позитивний вплив                                                                                                                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Розділення     | Буквальний бар'єр між країнами на економічному та соціальному рівнях                                                         | Немає                                                                                                                                                                                                    |
| Дотичність     | Негативний вплив економічних або соціальних факторів в одній із країн-учасниць на аналогічні показники іншої країни-учасниці | Зростання економічних або соціальних показників в одній із країн-учасниць призводить до позитивних зрушень в іншій країні-учасниці, масштабування і агломерація місцевих бізнесів                        |
| Диференціація  | Інституційні та соціальні відмінності, “психологічна” дистанція                                                              | Економічні відмінності транскордонного регіону — потенціальна точка початку інтеграції, економічна компліментарність, соціально-культурна гібридизація з формуванням універсальних інструментів розвитку |
| Афірмації      | Усталення в національній ідентичності понять “ми” і “вони”. Соціальна диференціація                                          | Регіональна ідентичність і формування зовнішнього (спільного) маркетингу та брендування                                                                                                                  |

**Примітка:** систематизовано автором на основі [5].

збільшенням ринків споживання, що зокрема стимулює інноваційний розвиток, а з іншого — посиленням конкуренції, що ускладнює життєвий цикл реалізації технологій і розробок. Таким чином, процеси стимулювання економічного розвитку по один бік кордону відбуваються водночас із процесами стримування такого розвитку — по інший. Тому навіть на теоретичному рівні важко досягти консенсусу щодо того, чи загальний ефект від дотичності двох прикордонних територій зі спільним кордоном залишається позитивним від “відкриття” такого кордону в процесі транскордонної інтеграції [6]. Межа між двома прикордонними територіями може водночас як створювати перешкоди для взаємодії, так і стимулювати розкриття потенціалу для інноваційної співпраці [7]. У розкритті такого потенціалу і полягає роль регіональних інноваційних політик.

У прикладному сенсі також важко дійти остаточних висновків щодо загального впливу географічної близькості регіонів сусідніх країн на рівень, а головне, на ефективність їхньої взаємодії щодо провадження науково-технічної діяльності. Традиційна для європейських країн структура інноваційних систем транскордонного співробітництва загалом розглядає “відкритість” кордонів із позитивної точки зору. Тобто, чим ефективніше функціонує інфраструктура перетину кордону, тим більший вплив це має на провадження інноваційних політик. Відкритий кордон із такої точки зору відіграє роль контактної зони, яка забезпечує перехід позитивних економічних ефектів (так звані, економічні переливи) на прикордонну територію сусідніх країн, зокрема, якщо йдеться не лише про “переливи” товарів, послуг, робочої сили, а й науково-технічного потенціалу. Разом із тим, не варто забувати, що негативні економічні чи соціальні явища також мають властивість “переливів” і можуть негативно впливати на території сусідніх країн.

*Диференціація* – чинник, який зосереджується на відмінностях в економіці, інституційній структурі, культурі тощо прикордонних територій. Проте, як і подібності, ці відмінності також можуть чинити як позитивний вплив на ефективність науково-технічної діяльності у сфері транскордонного співробітництва, так і негативний. Так, економічні, інституційні та культурні відмінності неодмінно призводять до додаткових витрат на трансакцію та комунікацію між суб’єктами транскордонної взаємодії. Водночас можливі такі варіанти співробітництва, за яких диференціація може стати основою для більш глибокої інтеграції. Наприклад, це може проявлятися в отриманні сторонами вигоди від

освіти своєї робочої сили в наукових інституціях інших країн-учасниць. Процеси наукової адаптації та взаємного навчання, культурної та інституційної гібридизації можуть стати драйверами науково-технічного розвитку саме у сфері транскордонного співробітництва.

Такі процеси безпосередньо впливають на розвиток патентомістких технологій, створених у рамках проєктів транскордонного співробітництва. Таким чином, процеси транскордонної гібридизації, а іншими словами – використання особливостей і відмінностей територій у ролі переваг у процесі транскордонного співробітництва – може стати джерелом інноваційного розвитку та активізації науково-технічної діяльності в процесі досягнення спільних цілей.

*Афірмація* — цей чинник передбачає, що кордони між країнами традиційно створюють символічний бар’єр, який здатен впливати на уподобання та ідентифікацію населення по обидва його боки. Тому наявність кордону може стати джерелом посилення інноваційного потенціалу транскордонного співробітництва шляхом застосування стратегії територіального маркетингу. Тобто сам факт міждержавного, а отже, і міжкультурного об’єднання може стати інструментом інформаційної політики об’єднання для розв’язання спільних проблем і досягнення спільних результатів [8]. Водночас надмірне акцентування на соціальній ідентичності та культурній диференціації може поглибити “розрив” між прикордонними територіями, визначеними цілями способами досягнення результатів, що однозначно буде шкодити реалізації спільних проєктів та активізації науково-технічної діяльності. Натомість формування спільної регіональної ідентичності може сприяти підвищенню привабливості транскордонної співпраці. У обох варіантах суттєве значення має ставлення національних і місцевих органів влади до ролі кордону в стратегіях регіонального розвитку своїх територій. Навіть коли кордони зусиллями урядів поступово “відкриваються”, вони не зникають і продовжують впливати на ефективність транскордонного співробітництва, особливо науково-технічної діяльності, яка традиційно досить централізована [9]. Інакше кажучи, замість того, щоб дискутувати щодо того, які ефекти — позитивні чи негативні — виникають, коли йдеться про наявність кордону всередині економічної чи природної зони, варто розглядати кордони як інструменти впливу на транскордонну діяльність, які можуть як стимулювати, так і стримувати науково-технічну діяльність у сфері транскордонного співробітництва.

Варто зазначити, що такі чинники спостерігаються не лише коли йдеться про внутрішні

кордони ЄС. На зовнішніх кордонах між країнами — членами ЄС та іншими державами прослідковуються всі вищезазначені ефекти. Звісно, ключовим фактором позитивного використання таких ефектів для розвитку науково-технічної діяльності є децентралізація управління територіями, створення і функціонування євро регіонів, що підтримує розвиток і призводить до зростання ефективності муніципального управління. Згідно з даними Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) економічні суб'єкти сусідніх країн демонструють найвищу ефективність своєї взаємодії, якщо вони віддалені не більш як на 200 км один від одного [10].

Оцінювання актуального стану та перспектив розвитку науково-технічної діяльності у сфері транскордонного співробітництва вимагає мультимірного підходу щодо дослідження науково-технічної діяльності та впливу функціонування євро регіонів на її розвиток та ефективність. Результативність досліджень безпосередньо залежить від побудови гіпотези, які будуть доведені на практиці. Таким чином, розвиток науково-технічного потенціалу транскордонного співробітництва визначається такими вимірами функціонування (рис. 1).

*Економічний вимір* (вимір економічних структур і спеціалізації) безпосередньо пов'язаний із подібністю рівнів технологічного забезпечення, рівня технічної освіти та кваліфікації. Основою економічного виміру є подібності (або відмінності) промислових баз, функціонування міждержавних торговельних потоків тощо. Дослідження економічного виміру мають охоплювати комплекс промислових і галузевих даних щодо господарської діяльності порівнюваних регіонів сусідніх країн, щоб визначити їхню близькість або віддаленість з точки зору

їх економічного розвитку. Таким чином, якщо економічний вимір характеризується високою подібністю по різні боки кордону, то ймовірність ефективної транскордонної співпраці зростає, але це майже не впливає на науково-технічну активність та інноваційний розвиток. Простими словами, за рахунок подібності економічного розвитку потенціал обміну знаннями та технологіями суттєво обмежений. Водночас, якщо між економічними суб'єктами на прикордонних територіях по різні сторони кордону занадто мало спільного, а їхній економічний розвиток суттєво відрізняється, то трансфер знань також буде ускладнений з огляду на надто вузькі перспективи реалізації набутих сторонами знань.

*Науковий вимір* пов'язаний із можливістю наукових баз сусідніх країн співпрацювати, а також стимулювати взаємний розвиток через взаємодоповнюваність. В основі більшості міжнародних грантів, які фінансують проекти, створені в рамках транскордонного співробітництва, лежить твердження, що транскордонна співпраця між регіонами сусідніх країн є більш ефективною щодо науково-технічної активності, ніж фінансування аналогічних досліджень, які провадяться всередині однієї країни [8]. Звісно, для цього також необхідний певний запас диференціації, оскільки занадто велика близькість, як і надто суттєва відмінність однаково стримує співпрацю. Джерелом аналітичних даних для оцінювання наукового виміру на розвиток транскордонного співробітництва можуть стати дані щодо наукових публікацій, отриманих із популярних міжнародних науково-метричних баз (Web of Science, Scopus або Google Scholar). Оцінивши ці показники, можна дійти висновку щодо ефективності трансферу знань між прикордонними регіонами [13]. Окрім цього,



**Рис. 1.** Сторінка пошуку та інструментів фільтрації довідково-інформаційної системи “РЕЄСТР наукових фахових видань України”

**Примітка:** систематизовано автором на основі [11; 12].

науковий вимір можна оцінювати також шляхом вивчення подібності чи відмінності патентної поведінки, тоді як міжрегіональні потоки знань і рівень науково-технічної активності у сфері транскордонного співробітництва можна проаналізувати за допомогою даних про спільне патентування [14] по обидва боки кордону. Застосування таким чином інформації про науково-технічну діяльність сприятиме кращому розумінню того, які напрями транскордонної співпраці є найбільш перспективними.

*Інституційний вимір* характеризується трьома головними компонентами інституційної організації: інституційна близькість (подібність неформальних і формальних правил інноваційної діяльності), соціальна близькість (міцність зв'язків між суб'єктами транскордонного співробітництва), мовна та культурна близькість. Вплив інституційного виміру на ефективність транскордонного співробітництва проявляється через існування чи відсутність суспільного схвалення економічної інтеграції конкретних регіонів, функціонування спільних інституцій і проєктів, які спрямовані на посилення інтеграційних процесів між прикордонними регіонами, а також через культурну подібність чи мовні бар'єри між мешканцями прикордонних регіонів.

*Політичний вимір* тісно пов'язаний з інституційним, але все ж його варто виокремлювати, оскільки в його основі є чинники, які або стимулюють спільну науково-технічну діяльність, або перешкоджають надмірним інтеграційним процесам, якщо ті суперечать національним інтересам, тобто призводять до надмірного навантаження на регіональні чи національні інноваційні системи [12]. Інакше кажучи, політичний вимір можна досліджувати через рівень реалізації спільних політичних цілей на національному та місцевому рівнях (чи всі країни-учасниці однаково оцінюють ефективність і розглядають результати транскордонного співробітництва, чи активізація спільних зусиль призведе до очікуваного рівня активізації науково-технічної діяльності тощо).

*Географічний вимір.* У процесі дослідження географічного виміру постають такі запитання: "Чи в кожному регіоні функціонує регіональна інноваційна система? Чи в кожному єврорегіоні наявна спільна науково-технічна діяльність?" Крізь призму географічного виміру варто розглянути такий інструмент транскордонної взаємодії, як міста-побратими. Розвиток транскордонного співробітництва є більш конкретним у містах-побратимах, ніж загалом на прикордонних територіях [15], тому що вони утворюють безпосередньо з метою спільного розв'язання актуальних для обох країн завдань,

або взаємним обміном досвіду. Тобто взаємодія між містами-побратими сама собою утворює регіональну інноваційну систему в певному вигляді. Щодо наявності спільної науково-технічної діяльності в кожному єврорегіоні, то варто зазначити, що деякі регіони характеризують низькою транскордонною взаємодією, тому або функціонують без інтегрованих у їхню взаємодію інноваційних систем, або взагалі не мають навіть найосновніших характеристик (трансфер знань, достатній транскордонний трафік тощо). Єврорегіони можуть існувати і без позитивного впливу на розвиток національних інноваційних систем. Отже, географічний вимір варто розглядати також через простоту і обсяги транскордонного трафіку. Завдяки високій свободі пересування на внутрішніх кордонах ЄС доступність транскордонного трансферу має менший вплив на науково-технічну діяльність у сфері транскордонного співробітництва, ніж на зовнішніх кордонах.

Отже, мультिवимірність транскордонного співробітництва свідчить про те, що обсяги та характер взаємодії економічних суб'єктів сусідніх країн є нерівномірними й можуть суттєво відрізнятися залежно від території. Це надає нам можливість ставити під сумнів деякі установлені, але не підтверджені емпірично твердження щодо розвитку єврорегіонів. Також варто зазначити, що рівень довіри, як і деякі інші показники, які висвітлюють рівень подібності, соціальної взаємодії тощо, не обов'язково мають бути однаковими з обох боків кордону.

## ВИСНОВКИ

Тривалий час європейська наукова спільнота ототожнювала розвиток транскордонного співробітництва з мінімізацією впливу наявності кордонів на економічні процеси. Проте, на практиці, для однозначних висновків бракує наукових досліджень, які б показували прямий зв'язок між "відкритістю" кордонів, наближенням рівнів економічного розвитку тощо і розвитком транскордонного співробітництва.

Навпаки, певна відмінність у функціонуванні наукових інституцій, економічній і соціальній взаємодії, стратегічних напрямках розвитку території може позитивно впливати як на обсяги спільних науково-дослідних робіт, так і на їхню результативність. Таким чином, певна ступінь відмінностей по обидва боки кордону здатна забезпечити стимулювання інтеграційних процесів, зростання трансферу знань і технологій у рамках транскордонного співробітництва.

Особливо це стосується країн — членів ЄС на їх зовнішніх кордонах щодо популяризації політики "розумної спеціалізації", яка також

розглядає диференціацію економічного розвитку територій як джерело підвищення ефективності транскордонної взаємодії. Причому наявність “виробників знань” з одного боку кордону та користувачів знань з іншого забезпечуються зростання обсягів трансферу знань та активізації науково-технічної діяльності з обох боків. Звісно, окрім диференціації, це також вимагає і певного рівня подібності бази знань, і спільного технологічного досвіду.

Для подальшого ефективного розвитку транскордонного співробітництва концепція кордону як бар’єру між двома сусідніми територіями не може бути зведена до безумовного прямого зв’язку між “подоланням кордонів” і розвитком транскордонного співробітництва. На практиці, цей зв’язок значно складніший і передбачає щонайменше п’ять основних вимірів (економічний, науковий, інституційний, політичний і географічний). Кожен із вимірів у випадку своєї трансформації (розвитку) має як позитивні, так і негативні наслідки, що впливає на обсяги і результативність транскордонного співробітництва.

Зв’язок між “відкритістю” зовнішніх кордонів країн — членів ЄС та розвитком і ефективністю транскордонного співробітництва потребує подальших статистичних досліджень та уточнення комплексу показників такої взаємодії. Особливо це стосується впливу формальних і неформальних інститутів та соціального сприйняття інтеграції.

Таким чином, подальші перспективи розвитку науково-технічної діяльності у сфері транскордонного співробітництва вбачаємо в дослідженні показників подібності та диференціації прикордонних територій і розрахунку їх оптимальних значень для забезпечення ефективного транскордонного співробітництва, зокрема й активізації спільної науково-технічної діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jaansoo A. Public Administration Reform, Cross-border Cooperation and Europeanisation in CEE Countries [Electronic resource] / Annika Jaansoo // Europeanisation in Public Administration Reforms: Selected Revised Papers from the 23rd NISPAcee Annual Conference (May 21–23, 2015, Tbilisi, Georgia). — Bratislava : NISPAcee, 2016. — P. 37–49. — Access mode: <https://www.nispa.org/files/EPAR-bookEN.pdf>.
2. Saaida M. The challenges of public administration in managing cross-border cooperation. [Electronic resource] / S. Mohammed, Q. Mohammed // International Journal of Multidisciplinary Research and Development. — 2023. — No. 10. — P. 49–56. — Access mode: <https://www.allsubjectjournal.com/assets/archives/2023/vol10issue4/10070-1682331420784.pdf>.
3. Decoville A. Exploring cross-border integration in Europe: How do populations cross borders and perceive their neighbours? / A. Decoville, F. Durand // European Urban and Regional Studies. — 2019. — No. 26 (2). — P. 134–157. — <https://doi.org/10.1177/0969776418756934>.
4. Горностаї Н. І. Стан та особливості розвитку транскордонного співробітництва в Україні / Н. І. Горностаї, О. Є. Михальченкова // Наука, Технології, Інновації. — 2023. — № 2 (26). — С. 20–25. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-03>.
5. Bringing borders back into cross-border regional innovation systems: Functions and dynamics / F. Capellano, C. Sohn, T. Makkonen, V. Kaisto // EPA: Economy and Space. — 2022. — No. 54 (5). — P. 1005–1021. — <https://doi.org/10.1177/0308518X221073987>.
6. Niebuhr A. Integration effects in border regions: A survey of economic theory and empirical studies. [Electronic resource] / A. Niebuhr, S. Stiller // HWWA DISCUSSION PAPER. — 2002. — No. 24. — P. 3–21. Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/23730420\\_Integration\\_effects\\_in\\_border\\_regions\\_-\\_A\\_survey\\_of\\_economic\\_theory\\_and\\_empirical\\_studies](https://www.researchgate.net/publication/23730420_Integration_effects_in_border_regions_-_A_survey_of_economic_theory_and_empirical_studies).
7. Koschatzky K. A River Is a River: Cross-Border Networking between Baden and Alsace [Electronic resource] / K. Koschatzky // European Planning Studies. — 2000. — No. 8. — P. 429–449. — Access mode: <https://doi.org/10.1080/713666422>.
8. Van Rijnsoever F. Factors Associated with Disciplinary and Interdisciplinary Research Collaboration / F. van Rijnsoever, L. Hessels // Research Policy. — 2011. — No. 40. — P. 463–472. — <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.11.001>.
9. Nitsch V. Tear down this wall: On the persistence of borders in trade. [Electronic resource] / V. Nitsch, N. Wolf // Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie. — 2013. — No. 46(1). — P. 154–179. — Access mode: <https://www.jstor.org/stable/42705867>. — <https://doi.org/10.1111/caje.12002>.
10. Ігнацевич С. П. Науково-технічна діяльність у сфері транскордонного співробітництва: європейський досвід / С. П. Ігнацевич, І. С. Балачук // Наука, Технології, Інновації. — 2023. — № 1 (25). — С. 8–14. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-1-02>.
11. Makkonen T. Cross-Border Regional Innovation System Integration: An Analytical Framework / T. Makkonen, A. Weidenfeld, A. Williams // Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie. — 2017. — No. 108. — P. 805–820. — <https://doi.org/10.1111/tesg.12223>.
12. Lundquist K-J. Distance, Proximity and Types of Cross-Border Innovation Systems: A Conceptual Analysis / K-J. Lundquist, M. Trippel // Regional Studies. — 2013. — No. 47. — P. 450–460. — <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2011.560933>.
13. Maggioni M. Inter-Regional Knowledge Flows in Europe: An econometric analysis : Monograph Chapter / M. Maggioni, E. Uberti // Applied Evolutionary Economics and Economic Geography. — 2007. — P. 230–255. — <https://doi.org/10.4337/9781847205391.00023>.
14. Paci R. Knowledge Flows across European Regions / R. Paci, S. Usai // Annals of Regional Science. — 2009. — No. 43. — P. 669–690. — <http://dx.doi.org/10.1007/s00168-008-0256-5>.
15. Frenken K. Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth / K. Frenken, F. van Oort, T. Verburg // Regional Studies. — 2007. — No. 41. — P. 685–697. — <http://dx.doi.org/10.1080/00343400601120296>.

## REFERENCES

1. Jaansoo, A. (2016). Public Administration Reform, Crossborder Cooperation and Europeanisation in CEE Countries. *Europeanisation in Public Administration Reforms: Selected Revised Papers from the 23rd NISPAcee Annual Conference (May 21–23, 2015, Tbilisi, Georgia)*. Bratislava, 37–49. Retrieved from: <https://www.nispa.org/files/EPARbookEN.pdf>.
2. Saaida, M., & Qawasmi, M. (2023). The challenges of public administration in managing cross-border cooperation. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 10, 49–56. Retrieved from: <https://www.allsubjectjournal.com/assets/archives/2023/vol10issue4/10070-1682331420784.pdf>.
3. Decoville, A., & Durand, F. (2019). Exploring cross-border integration in Europe: How do populations cross borders and perceive their neighbours? *European Urban and Regional Studies*. 26 (2), 134–157. <https://doi.org/10.1177/0969776418756934>.
4. Hornostai, N. I., & Mykhalchenkova, O. Y. (2023). Stan ta osoblyvosti rozvytku transkordonnoho spivrobitnytstva v Ukraini [Status and peculiarities of cross-border cooperation development in Ukraine]. *Nauka, Tekhnologii, Innovatsii* [Science, Technologies, Innovations]. 2 (26), 20–25. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-03> [in Ukr.].
5. Cappellano, F., Sohn, C., Makkonen, T., & Kaisto, V. (2022). Bringing borders back into cross-border regional innovation systems: Functions and dynamics. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 54 (5), 1005–1021. <https://doi.org/10.1177/0308518X221073987>.
6. Niebuhr, A., & Stiller, S. (2004). Integration effects in border regions: A survey of economic theory and empirical studies. *Review of Regional Research*. 24, 3–21. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/23730420\\_Integration\\_effects\\_in\\_border\\_regions\\_-\\_A\\_survey\\_of\\_economic\\_theory\\_and\\_empirical\\_studies](https://www.researchgate.net/publication/23730420_Integration_effects_in_border_regions_-_A_survey_of_economic_theory_and_empirical_studies).
7. Koschatzky, K. (2000). A River Is a River: Cross-Border Networking between Baden and Alsace. *European Planning Studies* 8, 429–449. <https://doi.org/10.1080/713666422>.
8. Van Rijnsoever, F., & Hessels, L. (2011). Factors Associated with Disciplinary and Interdisciplinary Research Collaboration. *Research Policy*. 40, 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.11.001>.
9. Nitsch, V., & C Wolf, N. (2013). Tear down this wall: On the persistence of borders in trade. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*. 46 (1), 154–179. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/42705867>. <https://doi.org/10.1111/caje.12002>.
10. Ihnatsevych, S. P., & Balanchuk, I. S. (2023). Naukovo-tekhnichna diialnist u sferi transkordonnoho spivrobitnytstva: yevropeyskyi dosvid [Scientific and technical activities in the sphere of transborder cooperation: european experience]. *Nauka, Tekhnologii, Innovatsii* [Science, Technologies, Innovations]. 1 (25), 8–14. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-1-02> [in Ukr.].
11. Makkonen, T., Weidenfeld, A., & Williams, A. (2017). Cross-Border Regional Innovation System Integration. An Analytical Framework. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*. 108, 805–820. <https://doi.org/10.1111/tesg.12223>.
12. Lundquist, K.-J., & Tripl, M. (2013). Distance, Proximity and Types of Cross-Border Innovation Systems: A Conceptual Analysis. *Regional Studies*. 47, 450–460. <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2011.560933>.
13. Maggioni, M., & Uberti, E.; Frenken, K. (Ed.) (2007). Inter-Regional Knowledge Flows in Europe. *Applied Evolutionary Economics and Economic Geography*. 230–255. Cheltenham. <https://doi.org/10.4337/9781847205391.00023>.
14. Paci, R., & Usai, S. (2009). Knowledge Flows across European Regions. *Annals of Regional Science*. 43, 669–690. <http://dx.doi.org/10.1007/s00168-008-0256-5>.
15. Frenken, K., van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*. 41, 685–697. <http://dx.doi.org/10.1080/00343400601120296>.

S. P. IHNATSEVYCH, PhD in Economics

## STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL ACTIVITY IN THE FIELD OF CROSS-BORDER COOPERATION

**Abstract.** Cross-border cooperation is one of the key elements of economic development in border areas. While governments encourage the development of cross-border cooperation by minimizing the impact of borders on economic processes, in practice, there is no direct connection between the level of border “openness” and the activation of scientific and technical activity in border regions. The nature of this connection is considerably more complex, which is the focus of this article. The article examines the factors influencing the development of cross-border cooperation in general, and scientific and technical activity in particular. It also explores the dimensions of innovation systems in the field of cross-border cooperation. In conclusion, it outlines the prospects for the further development of scientific and technical activity in border areas, taking into account the influence of borders on the effectiveness of cross-border cooperation.

**Keywords:** cross-border cooperation, scientific and technical activity, borders, innovative development, technology transfer, foreign experience.

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Ігнацевич Сергій Петрович — канд. екон. наук, с. н. с. ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; [ignatsevichserg@ukrintei.ua](mailto:ignatsevichserg@ukrintei.ua); ORCID: 0000-0002-0401-4325

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ihnatsevych S. P. — PhD in Economics, Senior Researcher of State Scientific Institution “Ukrainian Institute for Scientific Technical Expertise and Information”, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; [ignatsevichserg@ukrintei.ua](mailto:ignatsevichserg@ukrintei.ua); ORCID: 0000-0002-0401-4325

**О. М. РЕВА**, д-р техн. наук, проф.

**В. В. КАМИШИН**, д-р пед. наук, с. н. с., чл.-кор. НАПН України

**С. П. БОРСУК**, д-р техн. наук, доц.

**С. В. ЯРОЦЬКИЙ**

**Л. А. САГАНОВСЬКА**

## ЗАСТОСУВАННЯ $\alpha$ -ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УТОЧНЕННЯ УЗГОДЖЕНИХ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ

**Резюме.** Професійну діяльність експерта як людини, яка приймає рішення, доцільно досліджувати крізь призму впливу людського чинника. Серед відповідних показників такого впливу виділено і досліджуються системи переваг (індивідуальні та групові) на показниках і характеристиках об'єктів експертизи. Під системою переваг розумітимемо упорядкований ряд показників і характеристик досліджуваних об'єктів експертизи (у контексті наших досліджень — рис інвестиційної привабливості, спектр яких охоплює  $n = 18$  рис): від більш вагомих, значущих, привабливих тощо до менш вагомих. Застосування показників значущості цих рис, особливо в поєднанні з визначенням їх виразності в конкретному об'єкті, сприяє, з одного боку, вирішенню задачі отримання інтегральної оцінки ступеня його інвестиційної привабливості, якій і лише якій притаманна системна властивість емерджентності, а з іншого — встановленню “компромісів” на цю виразність. Обидві задачі є багатокритеріальними, причому перша — однокрокова, а друга — багатокрокова.

Більш популярний метод побудови індивідуальних систем переваг — попарне порівняння та нормативне визначення частини від сумарної цінності порівнюваних альтернатив. Групові системи переваг зазвичай будуються шляхом застосування такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів. Однак наведена практика побудови систем переваг у шкалі упорядкування певним чином “загрубе” виміри, оскільки йдеться про лінійну зміну рангів. “Тонкість” і нелінійність вимірювань мають забезпечити нормовані вагові коефіцієнти рис. Визначення цих коефіцієнтів зараховано до одного з методів побудови індивідуальних систем переваг.

Виходячи з очевидного упорядкування рангів 18 рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, включаючи “пов'язані”, та застосовуючи математичний метод розстановки пріоритетів, встановлені шукані коефіцієнти. Обґрунтовано прийнятність результатів III ітерації методу, оскільки, з одного боку, в такому випадку дійсно задовольняється вимога до нелінійності цих коефіцієнтів, а з іншого — забезпечується належна точність обчислень.

У дослідженнях взяли участь  $m = 90$  фахівців, які залучаються до проведення в ДНУ “УкрІНТЕІ” різних експертиз. Результати їх випробувань (індивідуальні системи переваг на спектрі рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи) було спочатку оброблено з метою виявлення та відкидання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. З вихідної вибірки випробуваних було виокремлено чотири підгрупи, у яких узгодженість групових думок задовольняє спектру системно-інформаційних критеріїв узгодженості на високому рівні значущості  $\alpha = 1\%$ . Обґрунтовано базову систему переваг, де ранги в індивідуальних системах переваг її членів замінені на нормовані вагові коефіцієнти. Визначено майже абсолютний (значно більший за 0.9) збіг отриманої  $\alpha$ -групової системи переваг з базовою та її оптимізованими версіями. Окреслено шляхи подальшого розвитку  $\alpha$ -технології експертних досліджень.

**Ключові слова:** риси інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, системи переваг, нормовані коефіцієнти вагомості рис,  $\alpha$ -технології експертних досліджень.

### ВСТУП

Розбудова післявоєнної України неможлива без забезпечення як трансферу сучасних технологій, так і паралельного інвестування розвитку економіки та інфраструктури. Природно, що відповідні рішення мають прийматися після повного і всебічного, бажано проактивного, аналізу інвестиційних проєктів, що неможливо здійснити, як показує світова практика, без застосування сучасних експертних технологій. Тому розвиток і вдосконалення цих технологій є актуальним науково-практичним завданням

[1–3 та ін.]. Однак, варто обов'язково враховувати не лише переваги, а й вади експертних оцінок (табл. 1).

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Доведено можливість уявлення експертної діяльності як безперервного ланцюга рішень, що розробляються та реалізуються в явних / неявних формах і під впливом багатьох чинників (зовнішніх / внутрішніх, об'єктивних / суб'єктивних), особливо ризиків стохастичного і нестохастичного характеру. Таким чином,

Таблиця 1

## Позитиви та негативи експертних оцінок (не ранжируючи)

| Експертні оцінки                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Позитиви                                                                                                               | Негативи                                                                                                                                                                               |
| 1                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                      |
| Застосовність для аналізу та прогнозування розвитку будь-якої проблемної ситуації, навіть в умовах неповної інформації | Людському мисленню властиве надання порівнянних якісних, а не кількісних оцінок                                                                                                        |
| Оперативність проведення опитування                                                                                    | Суб'єктивність думок експертів та обмеженість їхніх суджень                                                                                                                            |
| Можливість проведення дистанційного опитування                                                                         | Зайве захоплення “здоровим глуздом”                                                                                                                                                    |
| Адаптивність до зміни зовнішніх умов та директив                                                                       | Складнощі формалізації процесів мислення, особливо евристичних                                                                                                                         |
| Креативність, тобто здатність вирішувати складні творчі завдання в процесі експертного оцінювання тощо                 | Обмеженість психофізіологічних можливостей експерта як людини, яка приймає рішення, щодо запам'ятовування та оперування певною кількістю об'єктів, особливо під час їх оцінювання тощо |
| Конструктивність мислення в процесі експертизи, а саме здатність надавати й обирати практично значущі оцінки тощо      |                                                                                                                                                                                        |

дослідження зазначеної діяльності та її результатів буде неповним, якщо не враховувати вплив людського чинника (ЛЧ) на прийняття рішень (ПР). Складові такого впливу наочно ілюструє **рис. 1** [2; 4–6 та ін.].



**Рис. 1.** Показники впливу людського чинника на прийняття експертних рішень

Особливістю встановлених нами складників впливу ЛЧ на ПР фахівцями експертами є те, що вони одночасно ілюструють ще й ставлення до показників і характеристик (ПХ) досліджуваних об'єктів експертизи (ОЕ) через їх відповідні виміри.

Далі розглядатимемо і досліджуватимемо блок 5 **рис. 1** “Системи переваг (СП)”. Під СП розумітимемо упорядкований ряд ПХ ОЕ, зокрема рис інвестиційної привабливості (РІП), перелік яких представлено в **табл. 2** [7].

У наших дослідженнях йдеться про упорядкування від більш значущих, вагомих, привабливих РІП — до менш значущих. Причому побудова індивідуальних СП (ІСП) відповідає властивостям людського мислення надавати порівняльні якісні, а не кількісні оцінки порівнюваним об'єктам, явищам, показникам тощо.

Актуальність досліджень СП фахівців, зокрема на встановленому нами спектрі характерних РІП (ХРІП) ОЕ (**табл. 2**), виходить з особливостей індивідуальних і групових думок людини під час проведення експертиз та полягає в такому.

По-перше, ІСП вказують на особливості сприйняття і ментального передбачення фахівцем ґрунтовності висновку щодо ступеня інвестиційної привабливості (СІП) ОЕ. Причому експерт враховує як значущість самих РІП, так і встановлені ним оцінки ступеня їх виразності (СВ), які, природно, також мають ієрархію, але вже нормативно визначену у відповідній шкалі [59]. Агрегація відповідних оцінок сприяє отриманню інтегрального показника, якому і

Таблиця 2

**Перелік характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи**

| РІП               | Характер риси інвестиційної привабливості об'єкта експертизи |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                 | 2                                                            |
| РІП <sub>1</sub>  | Співвласники бізнесу                                         |
| РІП <sub>2</sub>  | Перспективність об'єкта експертизи                           |
| РІП <sub>3</sub>  | Ризики                                                       |
| РІП <sub>4</sub>  | План повернення коштів інвестору                             |
| РІП <sub>5</sub>  | Соціально-економічний ефект                                  |
| РІП <sub>6</sub>  | Інвестиційний план                                           |
| РІП <sub>7</sub>  | Вартість пропозиції                                          |
| РІП <sub>8</sub>  | Ринок споживачів                                             |
| РІП <sub>9</sub>  | Стадія впровадження                                          |
| РІП <sub>10</sub> | Термін окупності                                             |
| РІП <sub>11</sub> | Правова захищеність                                          |
| РІП <sub>12</sub> | Конкурентне середовище                                       |
| РІП <sub>13</sub> | Менеджмент, персонал                                         |
| РІП <sub>14</sub> | Маркетинг                                                    |
| РІП <sub>15</sub> | Гарантії повернення коштів інвестору                         |
| РІП <sub>16</sub> | Життєвий цикл                                                |
| РІП <sub>17</sub> | Договірні взаємовідносини                                    |
| РІП <sub>18</sub> | Чистий прибуток                                              |

лише якому притаманна системна властивість емерджентності [26; 56–58 та ін.]. Тому саме цей інтегральний показник дозволяє з єдиних позицій порівнювати різні ОЕ одного кластера.

По-друге, вищезазначене “сприйняття” обумовлюється як особистим досвідом проведення експертиз, так і особливостями, зокрема й негативними, професійної підготовки чи системи управління експертизами. Вивчення зазначених чинників є важливим для правильної організації та проведення експертного процесу.

По-третє, групові СП (ГСП) ілюструють особливості сформованої в конкретному соціумі колективної думки щодо значущості ПХ (РІП) ОЕ та особливостей проведення експертиз. Це може мати й негативний відтінок, зокрема як наслідок зрушення рівня ризику чи прояву певних деформацій, звичайних для групової діяльності [8–10 та ін.].

По-четверте, з аналізу праць [2; 11–24 та ін.] випливає, що “правильна” / “еталонна” ГСП дійсно може бути отримана для будь-яких упорядкованих альтернатив, зокрема й для РІП

ОЕ, перелічених у **табл. 2**. І саме таку “еталонну” ГСП має бути покладено в основу методу послідовних поступок (МПП) [25–30 та ін.] як одного з засобів вирішення багатокрокових і багатокритеріальних задач ПР (ЗПР). Адже саме завдяки МПП й встановлюються “компроміси” у вимогах до СВ РІП у досліджуваних ОЕ. Що є незвичайно важливим для практики проведення експертиз.

По-п'яте, ІСП та ГСП мають бути обов'язково враховані та змодельовані у розроблюваних засобах штучного інтелекту (ШІ), зокрема системах підтримки експертних рішень тощо.

Стосовно СП також варто зауважити, що вони вимірюються в шкалі упорядкування шляхом надання досліджуваним альтернативам, у нашому випадку — РІП ОЕ, відповідних рангів, що визначають значущість, цінність, прийнятність тощо цих рис. Однак, це висуває певні обмеження на математичні перетворення зазначених рангів [1–3; 15; 21; 26; 32–34; 56; 57 та ін.].

Рангова оціночна система є лінійною, що певним чином “загрубує” виміри і навіть може спровокувати статистичні похибки I–II роду. Адже більшу / меншу значущість однієї РІП ОЕ перед іншою визначає лише різниця в їх рангових місцях у побудованій СП. Тому неможливо здійснити повний кількісний аналіз значущості РІП ОЕ, зокрема встановити: у скільки разів одна з них є більш / менш вагома за іншу. Хоча саме таке співвідношення ПХ будь-яких порівнюваних об'єктів покладено в основу методу аналізу ієрархів (МАІ) [38], досить популярного в різних експертних дослідженнях [48–50 та ін.].

Наведене вказує на протиріччя між мисленням людини, яке, за визначенням, є нелінійним, і результатами цього мислення, формалізованого через ранги упорядкованих РІП ОЕ. Причому під нелінійним мисленням (НМ), поняття якого вперше було введено Л. І. Мандельштамом, розуміють такий процес, що розглядає навколишній світ і людину як складні відкриті динамічні системи, спрямовані на виявлення системоутворювальних зв'язків і відношень, на необхідність і конструктивну природу хаосу, нестійкості та випадковості, раціонального й ірраціонального (інтуїтивного). Досліджуючи поведінку будь-яких об'єктів, НМ виходить з таких їх істотних параметрів, як: порогові, насичення, наявність зворотних зв'язків. Вважається, що вплив дійсно сприймається системою, якщо він перевершує певне граничне значення його сприйняття. Однак, при перевищенні впливом певної межі, система вже взагалі не буде на нього реагувати, а підсумковий відгук на кілька впливів не завжди буде сумою відгуків на кожен вплив окремо. З позицій НМ усі реальні систе-

ми — нелінійні та можуть вважатися лінійними лише наближено [8; 39–46 та ін.].

Таким чином, об'єктивно існує потреба застосування більш “тонких” кількісних вимірів значущості досліджуваних РІП ОЕ за допомогою деякої нелінійної шкали. З огляду на це, варто зробити загальне зауваження, що відомі методи побудови й аналізу ІСП і ГСП [26; 34–37 та ін.] хоча і виконують відведені їм функції, однак їх вдосконаленню і оновленню науковцями та фахівцями приділяється явно недостатньо уваги, що певним чином стримує розвиток і застосування експертних технологій у системному аналізі та методології теорії ПР, в інформаційних технологіях і проєктному аналізі тощо.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Нині більш повно методи встановлення ІСП експертів розглядаються у працях [3; 15; 26; 33–36; 38 та ін.]. З них більш застосовуваним є метод попарного порівняння та нормативного визначення частини сумарної цінності (значущості) в кожній парі альтернатив:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо риса } РІП_i \text{ має перевагу перед} \\ & РІП_j : РІП_i \succ РІП_j \\ 0, & \text{якщо навпаки : } РІП_i \prec РІП_j \\ 1, & \text{якщо риси } РІП_i \text{ і } РІП_j \text{ адекватні} \\ & \text{за значущістю : } РІП_i \approx РІП_j \end{cases} \quad (1)$$

Застосування зазначеного методу призводить до отримання ІСП, у яких упорядковані альтернативи отримують відповідний їх значущості ранг. Що формально відповідає лінійній залежності рангу альтернативи-РІП ОЕ від її значущості. Порівняльна значущість альтернатив визначається, як зауважувалося вище, лише різницею в їх рангових місцях, що, відповідно до кваліметричних особливостей шкал упорядкування [21; 26; 34–36; 47 та ін.], не дає змоги (ще раз нагадаємо) встановити, у скільки разів одна альтернатива є більш / менш прийнятною за іншу.

Наведене слід віднести до вад ІСП, тим більше, що людському мисленню, як зауважувалося у попередній частині цієї публікації, властиве НМ, а отже і нелінійним має бути ставлення до ступеня прийнятності (важливості, вагомості тощо) упорядковуваних альтернатив, а отже нелінійною має бути відповідна формальна модель.

На практиці ГСП зазвичай будується за допомогою такої стратегії групових рішень як підсумовування та усереднення рангів [8; 21; 26; 34–36 та ін.]. Ідеться про адитивну агрегацію ІСП у групову. Тому природно, що “загрублені” виміри значущості упорядковуваних в ІСП альтернатив збільшують під час адитивної агрегації

в ГСП неточність виміру зазначеної значущості. Це є неприйнятним і дійсно потребує застосування більш “тонких” методів виміру значущості РІП ОЕ. До них належать методи так званої  $\alpha$ -технології експертних процедур [2; 60–62], що базуються на дефазифікації рангових оцінок шляхом надання їм відповідних нормованих вагових коефіцієнтів (НВК). У такому випадку значно поширюється спектр математичних перетворень, що має здійснюватися вже в унікальній за своїми кваліметричними особливостями абсолютній шкалі.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Таким чином, відповідно до проведеного аналізу і з урахуванням, що застосування НВК зараховано до одного зі способів побудови СП [15; 26; 33–36; 38 та ін.], **метою** цієї публікації є уточнення узгодженої ГСП фахівців на спектрі РІП ОЕ за допомогою зазначених коефіцієнтів, тобто подальший розвиток  $\alpha$ -технології експертних процедур. Для досягнення цієї мети необхідно:

- визначити “еталонну” ГСП на спектрі досліджуваних РІП ОЕ;
- встановити НВК РІП;
- переформатувати та перебудувати ІСП та ГСП, спираючись на знайдені НВК;
- оцінити ефективність запропонованої  $\alpha$ -технології.

### ВИЗНАЧЕННЯ “ЕТАЛОННОЇ” ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ ЕКСПЕРТІВ НА МНОЖИНІ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ

До досліджень було залучено  $m = 90$  досвідчених фахівців, які постійно залучаються до проведення різних експертиз в УкрІНТЕІ.

Застосовуючи попарне порівняння та нормативний спосіб виявлення частини сумарної значущості (цінності), спосіб порівнюваних альтернатив, визначений виразом (1), зазначені фахівці побудували ІСП на встановленому спектрі з  $n = 18$  РІП ОЕ (**табл. 2**).

Агрегація отриманих у наведений спосіб ІСП у ГСП відбувалася за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування й усереднення рангів.

Далі було сформовано комплекс системно-інформаційних критеріїв (СІК) визначення узгодженості групових думок (УГД) [51; 52] та побудований і реалізований алгоритм виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. Відповідну технологію вперше було апробовано в процесі досліджень ставлення авіадиспетчерів до небезпек помилок, яких вони припускаються

в процесі професійної діяльності, і представлені в працях [21; 53–55].

Застосовуючи зазначену технологію, з вихідної вибірки випробуваних, чисельністю  $m = 90$  осіб, було виокремлено чотири підгрупи, у яких УГД повною мірою задовольняє запропонованому нами спектру СІК [51; 52] (табл. 3).

Визначено, що після виокремлення підгрупи  $m_T$  є недоцільними подальші ітерації, оскільки вони не призводять до виявлення **якоїсь** підгрупи з внутрішньо УГД, що повною мірою задовольняла б сформованому спектру СІК.

Зауважимо, що у графі 3 табл. 3 представлені отримані значення коефіцієнта конкордації

Таблиця 3

**Результати виявлення і відсіювання маргінальних думок експертів та усунення “систематичної похибки того, хто вижив” у ставленні фахівців до значущості рис інвестиційної привабливості об’єктів експертизи (фрагмент)**

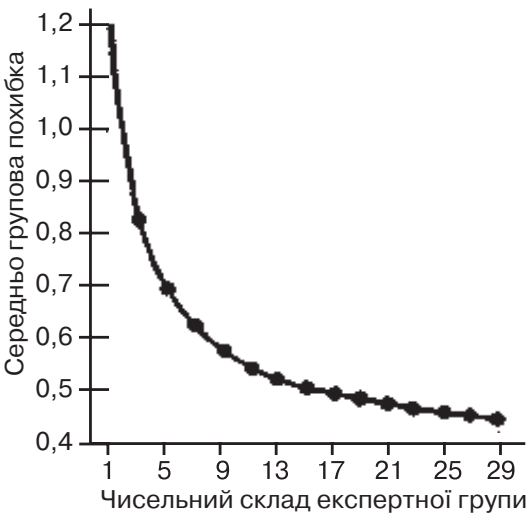
| №  | $m_k$    | $W$    | $\chi^2_{emp.}$ | $\{>, <, =\}$ | $\chi^2_{\alpha=1\%, k=m-1}$ | $\bar{R}_S(ГСП_{m_k}, ІСП_i)$ | $\bar{R}_I(ІСП_i, ІСП_j)$ |
|----|----------|--------|-----------------|---------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1  | 2        | 3      | 4               | 5             | 6                            | 7                             | 8                         |
| 1  | $m=90$   | 0,4772 | 730,059         | >>            | 127,11                       | 0,6640                        | 0,4685                    |
| ⋮  | ⋮        | ⋮      | ⋮               | ⋮             | ⋮                            | ⋮                             | ⋮                         |
| 4  | $m_C=30$ | 0,7683 | 390,944         | >>            | 52,34                        | 0,8432                        | 0,7593                    |
| ⋮  | ⋮        | ⋮      | ⋮               | ⋮             | ⋮                            | ⋮                             | ⋮                         |
| 9  | $m_H=12$ | 0,8289 | 169,089         | >>            | 26,76                        | 0,7405                        | 0,8112                    |
| ⋮  | ⋮        | ⋮      | ⋮               | ⋮             | ⋮                            | ⋮                             | ⋮                         |
| 14 | $m_M=11$ | 0,7361 | 139,059         | >>            | 25,19                        | 0,7389                        | 0,7026                    |
| ⋮  | ⋮        | ⋮      | ⋮               | ⋮             | ⋮                            | ⋮                             | ⋮                         |
| 21 | $m_T=6$  | 0,7077 | 72,189          | >>            | 16,75                        | 0,7341                        | 0,6490                    |
| ⋮  | ⋮        | ⋮      | ⋮               | ⋮             | ⋮                            | ⋮                             | ⋮                         |

(згоди) Кендалла (КЗК). У графах 4–6 подано дані, що необхідні для здійснення перевірки статистичної гіпотези щодо значущості отриманого емпіричного значення КЗК за допомогою критерію “хі-квадрат”. У графі 7 табл. 3 представлено усереднені показники коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена (КРКС), що визначають збіг ІСП випробуваних — членів певної підгрупи з відповідною ГСП, а у графі 8 — усереднені показники збігу ІСП членів відповідної підгрупи поміж собою. Причому мінімально прийнятне емпіричне значення КРКС має дорівнювати:  $\bar{R}_{S\min}(\cdot) \geq 0.5897$ .

Приймаємо, що ГСП підгрупи  $m_C$  ( $ГСП_{m_C}$ ) є базовою для подальших досліджень, зокрема оптимізації, оскільки:

*по-перше*, зазначена підгрупа є чисельнішою з усіх виокремлених підгруп із внутрішньогруповою узгодженістю думок, що задовольняє спектру введених СІК такої узгодженості. Причому на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості  $\alpha = 1\%$ ;

*по-друге*, чисельність підгрупи  $m_C$  відповідає межі, з якої асимптотично стабілізується похибка середньогрупової оцінки (рис. 2) [356];



**Рис. 2.** Вплив чисельного складу на похибку групової оцінки (N. Dalkey)

*по-третє*, з попереднього випливає безумовна більша надійність і вірогідність ГСП саме підгрупи  $m_C$ .

Наведені аргументи й підтверджують прийнятність  $ГСП_{m_C}$  в ролі базової. Її формальна модель має такий вид:

| РІП <sub>i</sub>  | Ранги рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівців |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |     |                 |                 | Σ     | r <sub>i</sub> |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-------|----------------|
|                   | E <sub>5</sub>                                                                                       | E <sub>8</sub> | E <sub>9</sub> | E <sub>14</sub> | E <sub>22</sub> | E <sub>25</sub> | E <sub>26</sub> | E <sub>29</sub> | E <sub>30</sub> | E <sub>31</sub> | E <sub>32</sub> | ... | E <sub>82</sub> | E <sub>83</sub> |       |                |
| 1                 | 2                                                                                                    | 3              | 4              | 5               | 6               | 7               | 8               | 9               | 10              | 11              | 12              | ... | 30              | 31              | 32    | 33             |
| РІП <sub>1</sub>  | 7                                                                                                    | 8              | 9              | 10              | 11.5            | 12              | 12              | 12              | 12              | 12.5            | 13              | ... | 18              | 18              | 425   | 16             |
| РІП <sub>2</sub>  | 15                                                                                                   | 11.5           | 9              | 8               | 7.5             | 4               | 7               | 7               | 10              | 6               | 9               | ... | 7               | 11              | 278   | 8              |
| РІП <sub>3</sub>  | 5                                                                                                    | 5              | 2              | 5               | 6               | 6               | 4               | 4               | 6               | 9.5             | 2.5             | ... | 5               | 2               | 148   | 5              |
| РІП <sub>4</sub>  | 2                                                                                                    | 2.5            | 2              | 5               | 5               | 6               | 4               | 4               | 4               | 3               | 2.5             | ... | 2               | 2               | 96.5  | 3              |
| РІП <sub>5</sub>  | 4                                                                                                    | 2.5            | 2              | 5               | 1.5             | 6               | 4               | 4               | 5               | 2               | 2.5             | ... | 3.5             | 2               | 93    | 2              |
| РІП <sub>6</sub>  | 12                                                                                                   | 16             | 18             | 11.5            | 17              | 13              | 18              | 18              | 13              | 15              | 18              | ... | 17              | 13.5            | 417   | 14             |
| РІП <sub>7</sub>  | 13                                                                                                   | 11.5           | 9              | 11.5            | 16              | 10              | 9               | 9               | 11              | 7               | 16              | ... | 13              | 13.5            | 321.5 | 10             |
| РІП <sub>8</sub>  | 9                                                                                                    | 9.5            | 13             | 9               | 14              | 2               | 11              | 11              | 9               | 5               | 17              | ... | 16              | 9               | 275   | 7              |
| РІП <sub>9</sub>  | 14                                                                                                   | 17             | 16             | 17              | 18              | 16              | 17              | 17              | 17              | 17              | 15              | ... | 12              | 16              | 483.5 | 18             |
| РІП <sub>10</sub> | 10.5                                                                                                 | 13             | 11.5           | 16              | 13              | 10              | 9               | 9               | 8               | 12.5            | 11              | ... | 8               | 7.5             | 330   | 11             |
| РІП <sub>11</sub> | 8                                                                                                    | 9.5            | 11.5           | 15              | 7.5             | 10              | 9               | 9               | 7               | 9.5             | 10              | ... | 10              | 7.5             | 288.5 | 9              |
| РІП <sub>12</sub> | 16.5                                                                                                 | 18             | 14             | 18              | 9.5             | 16              | 16              | 16              | 16              | 16              | 7               | ... | 15              | 15              | 452.5 | 17             |
| РІП <sub>13</sub> | 10.5                                                                                                 | 15             | 7              | 7               | 9.5             | 18              | 13.5            | 13.5            | 18              | 11              | 8               | ... | 14              | 12              | 378.5 | 12             |
| РІП <sub>14</sub> | 16.5                                                                                                 | 14             | 17             | 13              | 11.5            | 16              | 13.5            | 13.5            | 15              | 14              | 12              | ... | 9               | 10              | 390   | 13             |
| РІП <sub>15</sub> | 1                                                                                                    | 6.5            | 5              | 1               | 3               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 2.5             | ... | 1               | 4               | 56.5  | 1              |
| РІП <sub>16</sub> | 18                                                                                                   | 6.5            | 15             | 14              | 15              | 14              | 15              | 15              | 14              | 18              | 14              | ... | 11              | 17              | 418   | 15             |
| РІП <sub>17</sub> | 3                                                                                                    | 2.5            | 4              | 3               | 1.5             | 3               | 2               | 2               | 2               | 4               | 5               | ... | 3.5             | 5               | 108.5 | 4              |
| РІП <sub>18</sub> | 6                                                                                                    | 2.5            | 6              | 2               | 4               | 8               | 6               | 6               | 3               | 8               | 6               | ... | 6               | 6               | 170   | 6              |

Результати порівняння  $ГСП_{m_C}$  та двох її оптимізованих версій ( $ГСП_{m_C}^S$  та  $ГСП_{m_C}^{MK}$ ) за допомогою КРКС представлено в **табл. 5**.

Таблиця 5

**Результати порівняння групової системи переваг підгрупи  $m_C$  та її оптимізованих версій**

| $ГСП_{m_k}$      | $ГСП_{m_C}$ | $ГСП_{m_C}^S$ | $ГСП_{m_C}^{MK}$ | $\bar{R}_S$ |
|------------------|-------------|---------------|------------------|-------------|
| 1                | 2           | 3             | 4                | 5           |
| $ГСП_{m_C}$      |             | 0.9561        | 0.9876           | 0.9719      |
| $ГСП_{m_C}^S$    |             |               | 0.9696           | 0.9629      |
| $ГСП_{m_C}^{MK}$ |             |               |                  | 0.9786      |

**Примітка:** мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині:  $R_{S \min} \geq 0.5897$ .

З **табл. 5** зрозуміло, що виявлено надзвичайно високий, майже абсолютний, збіг поміж собою всіх трьох досліджуваних ГСП. Що є цілком зрозумілим, оскільки йдеться про оптимізацію  $ГСП_{m_C}$ , отриману як результат реалізації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок респондентів-експертів, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. Причому черговий раз підкреслюємо, що УГД у підгрупі  $m_C$  не лише задовольняє спектру запропонованих нами СК, але ж статистична вірогідність цієї узгодженості відбувається на надзвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості  $\alpha = 1\%$ . Тому вважаємо мізерні відхилення між показниками графі 5 **табл. 5** (“максимальне” серед цих відхилень становить 1,63 %) цілком прийнятними.

Таким чином, упорядковуючи досліджувані ГСП за значущістю:  $ГСП_{m_C}^{MK} > ГСП_{m_C} > ГСП_{m_C}^S$ , приймаємо  $ГСП_{m_C}^{MK}$  виду (4) як “еталонну”. На це ми будемо орієнтуватися в подальших дослідженнях.

**ВИЗНАЧЕННЯ НОРМОВАНИХ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ’ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ**

Отже, маючи “еталонну” ГСП виду (4), яка, за своєю суттю є МК, тобто оптимізованою версією статистично-вірогідної  $ГСП_{m_C}$ , нескладно, застосовуючи відомий математичний метод розстановки пріоритетів (МРП) [2; 15; 21; 60-63 та ін.], отримати НВК для відповідних РІП ОЕ.

Виходячи з очевидного упорядкування рангів  $n = 18$  РІП ОЕ, включаючи теоретично можливі

проміжні “пов’язані” (“міddl”), та застосовуючи математичний МРП, було побудовано квадратну матрицю суміжності (інцидентів) зазначених рангів (графи 1–36 **табл. 6**) та встановлено шукані НВК для чотирьох ітерацій МРП (графи 37–44 **табл. 6**).

Аналізуючи зміст граф 37–44, вважатимемо неприйнятними результати I та IV ітерації МРП, адже в першому випадку було отримано лінійні НВК, а в другому — НВК найгіршого рангу дорівнює 0 при прийнятій точності обчислень. Віддаємо перевагу результатам III ітерації, оскільки вони більш нелінійні в порівнянні з результатами II ітерації, тобто здійснюють більшу диференціацію досліджуваних ХРІП ОЕ за значущістю.

Результати III ітерації МРП для більш зручного користування було виокремлено в **табл. 7** та ілюстровано номограмою на **рис. 3**.

**ПОБУДОВА  $\alpha$ -ГСП НА МНОЖИНІ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ’ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ**

Отже, застосовуючи визначені НВК ХРІП ОЕ, переформатуємо ІСП випробуваних фахівців з **табл. 4** до виду, представленого в **табл. 8**.

Переформатування полягає в тому, що замість рангів у ІСП їм у відповідність ставиться відповідний НВК з **табл. 7**.

Застосовуючи ту саму стратегію підсумовування рангів, знаходимо в рядках **табл. 8** суму НВК кожного РІП<sub>i</sub> (графа 32) і на їх підставі — відповідні ранги кожної риси в новій  $\alpha$ -ГСП ( $ГСП_\alpha$ ), що відображено у графі 33 **табл. 8**.

Зрозуміло, що чим більша сума НВК, тим більш значущою є досліджувана ХРІП ОЕ.

Отримана в наведений спосіб  $\alpha$ -ГСП “базової” підгрупи  $m_C$  має такий формальний вид:

$$\begin{aligned}
 & РІП_{15}^{\alpha} > РІП_5^{\alpha} > РІП_4^{\alpha} > РІП_{17}^{\alpha} > РІП_3^{\alpha} > \\
 & > РІП_{18}^{\alpha} > РІП_8^{\alpha} > РІП_2^{\alpha} > РІП_{11}^{\alpha} > РІП_7^{\alpha} > \\
 & > РІП_{10}^{\alpha} > РІП_{13}^{\alpha} > РІП_6^{\alpha} > РІП_{14}^{\alpha} > \\
 & > РІП_{16}^{\alpha} > РІП_1^{\alpha} > РІП_{12}^{\alpha} > РІП_9^{\alpha},
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

де  $\alpha$  — позначка переваги однієї РІП ОЕ перед іншою у  $\alpha$ -ГСП підгрупи  $m_C$  ( $ГСП_{m_C}^{\alpha}$ ).

Доповнюючи **табл. 5** результатами оцінки збігу  $ГСП_{m_C}^{\alpha}$  з  $ГСП_{m_C}$ ,  $ГСП_{m_C}^S$ ,  $ГСП_{m_C}^{MK}$  отримуємо таке (**табл. 9**).

Таблиця 6  
Матриця суміжності рангів характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи та результати її вирішення  
методом розстановки пріоритетів (фрагмент)

| $r_k$    | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | ... | 16 | 17.5 | 18 | I ітерація |          | II ітерація |          | III ітерація |          | IV ітерація |          |
|----------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|------|----|------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|-------------|----------|
|          |   |     |   |     |   |     |   |     |    |      |    | $\Sigma$   | $\alpha$ | $\Sigma$    | $\alpha$ | $\Sigma$     | $\alpha$ | $\Sigma$    | $\alpha$ |
| 1        | 2 | 3   | 4 | 5   | 6 | 7   | 8 | ... | 34 | 35   | 36 | 37         | 38       | 39          | 40       | 41           | 42       | 43          | 44       |
| 1        | 1 | 2   | 2 | 2   | 2 | 2   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 69         | 0.056327 | 2381        | 0.083267 | 54809        | 0.109391 | 947277      | 0.134710 |
| 1.5      | 0 | 1   | 2 | 2   | 2 | 2   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 67         | 0.054694 | 2245        | 0.078511 | 50183        | 0.100157 | 842285      | 0.119779 |
| 2        | 0 | 0   | 1 | 2   | 2 | 2   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 65         | 0.053061 | 2113        | 0.073894 | 45825        | 0.091459 | 746277      | 0.106125 |
| 2.5      | 0 | 0   | 0 | 1   | 2 | 2   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 63         | 0.051429 | 1985        | 0.069418 | 41727        | 0.083328 | 658725      | 0.093675 |
| 3        | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | 2   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 61         | 0.049796 | 1861        | 0.065081 | 37881        | 0.075604 | 579117      | 0.082354 |
| 3.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 1   | 2 | ... | 2  | 2    | 2  | 59         | 0.048163 | 1741        | 0.060885 | 34279        | 0.068415 | 506957      | 0.072093 |
| 4        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 1 | ... | 2  | 2    | 2  | 57         | 0.046531 | 1625        | 0.056828 | 30913        | 0.061697 | 441765      | 0.062822 |
| 4.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 55         | 0.044898 | 1513        | 0.052911 | 27775        | 0.055434 | 383077      | 0.054476 |
| 5        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 53         | 0.043265 | 1405        | 0.049134 | 24857        | 0.049611 | 330445      | 0.046991 |
| 5.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 51         | 0.041633 | 1301        | 0.045497 | 22151        | 0.04421  | 283437      | 0.040307 |
| 6        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 49         | 0.040000 | 1201        | 0.042    | 19649        | 0.039216 | 241637      | 0.034362 |
| 6.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 47         | 0.038367 | 1105        | 0.038643 | 17343        | 0.034614 | 204645      | 0.029102 |
| 7        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 45         | 0.036735 | 1013        | 0.035426 | 15225        | 0.030387 | 172077      | 0.02447  |
| 7.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 43         | 0.035102 | 925         | 0.032348 | 13287        | 0.026519 | 143565      | 0.020416 |
| 8        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 41         | 0.033469 | 841         | 0.029411 | 11539        | 0.02303  | 118739      | 0.016885 |
| 8.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 39         | 0.031837 | 761         | 0.026613 | 9919         | 0.019797 | 97281       | 0.013834 |
| 9        | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 37         | 0.030204 | 685         | 0.023955 | 8473         | 0.016911 | 78889       | 0.011219 |
| 9.5      | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 35         | 0.028571 | 613         | 0.021437 | 7175         | 0.01432  | 63241       | 0.008993 |
| 10       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 33         | 0.026939 | 545         | 0.019059 | 6017         | 0.012009 | 50049       | 0.007117 |
| 10.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 31         | 0.025306 | 481         | 0.016821 | 4991         | 0.009961 | 39041       | 0.005552 |
| 11       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 29         | 0.023673 | 421         | 0.014723 | 4089         | 0.008161 | 29961       | 0.004261 |
| 11.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 27         | 0.022041 | 365         | 0.012764 | 3303         | 0.006592 | 22569       | 0.003209 |
| 12       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 25         | 0.020408 | 313         | 0.010946 | 2625         | 0.005239 | 16641       | 0.002366 |
| 12.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 23         | 0.018776 | 265         | 0.009267 | 2047         | 0.004085 | 11969       | 0.001702 |
| 13       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 21         | 0.017143 | 221         | 0.007729 | 1561         | 0.003116 | 8361        | 0.001189 |
| 13.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 19         | 0.01551  | 181         | 0.00633  | 1159         | 0.002313 | 5641        | 0.000802 |
| 14       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 17         | 0.013878 | 145         | 0.005071 | 833          | 0.001663 | 3649        | 0.000519 |
| 14.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 15         | 0.012245 | 113         | 0.003952 | 575          | 0.001148 | 2241        | 0.000319 |
| 15       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 13         | 0.010612 | 85          | 0.002973 | 377          | 0.000752 | 1289        | 0.000183 |
| 15.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 11         | 0.008980 | 61          | 0.002133 | 231          | 0.000461 | 681         | 0.000097 |
| 16       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 9          | 0.007347 | 41          | 0.001434 | 129          | 0.000257 | 321         | 0.000046 |
| 16.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 7          | 0.005714 | 25          | 0.000874 | 63           | 0.000126 | 129         | 0.000018 |
| 17       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 2  | 2    | 2  | 5          | 0.004082 | 13          | 0.000455 | 25           | 0.000049 | 41          | 0.000006 |
| 17.5     | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 1  | 2    | 2  | 3          | 0.002448 | 5           | 0.000175 | 7            | 0.000014 | 9           | 0.000001 |
| 18       | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | 0   | 0 | ... | 0  | 1    | 2  | 1          | 0.000816 | 1           | 0.000035 | 1            | 0.000002 | 1           | 0.000000 |
| $\Sigma$ |   |     |   |     |   |     |   |     |    |      |    | -1225      | 1.000000 | 28595       | 1.000000 | 501043       | 1.000000 | 7032029     | 1.000000 |

Таблиця 7

Нормовані вагові коефіцієнти рангів,  
отримані на III ітерації методу  
розстановки пріоритетів

| $r_k$ | $a_k$    | $r_k$ | $a_k$    |
|-------|----------|-------|----------|
| 1     | 2        | 3     | 4        |
| 1     | 0.10939  | 10    | 0.012009 |
| 1.5   | 0.100157 | 10.5  | 0.009961 |
| 2     | 0.091459 | 11    | 0.008161 |
| 2.5   | 0.08328  | 11.5  | 0.006592 |
| 3     | 0.075604 | 12    | 0.005239 |
| 3.5   | 0.068415 | 12.5  | 0.004085 |
| 4     | 0.061697 | 13    | 0.003116 |
| 4.5   | 0.055434 | 13.5  | 0.002313 |
| 5     | 0.049611 | 14    | 0.001663 |
| 5.5   | 0.04421  | 14.5  | 0.001148 |
| 6     | 0.039216 | 15    | 0.000752 |
| 6.5   | 0.034614 | 15.5  | 0.000461 |
| 7     | 0.030387 | 16    | 0.000257 |
| 7.5   | 0.026519 | 16.5  | 0.000126 |
| 8     | 0.02303  | 17    | 0.000049 |
| 8.5   | 0.019797 | 17.5  | 0.000014 |
| 9     | 0.016911 | 18    | 0.000002 |
| 9.5   | 0.01432  |       |          |

З табл. 9 зрозуміло, що побудована  $ГСП_{mC}^{\alpha}$  має надзвичайно високий збіг як з базовою  $ГСП_{mC}$ , так і з її оптимізаційними версіями, а саме  $ГСП_{mC}^S$  та  $ГСП_{mC}^{MK}$ . Це підтверджує правильність вибору саме нелінійних НВК для більш поглибленого дослідження ГСП. Про це свідчить й найбільший збіг  $ГСП_{mC}^{\alpha}$  з базовою  $ГСП_{mC}$  в порівнянні з іншими її оптимізаційними версіями:

$$R_S ГСП_{mC}^{\alpha}, ГСП_{mC} = R_{S max} = 0.9979. \tag{6}$$

Однак  $\alpha$ -технологію було нами застосовано на кінцевому етапі досліджень ставлення фахівців до ХРІП ОЕ, тобто після реалізації багатокрокового алгоритму і технології виявлення та відсіювання маргінальних думок та усунення “систематичної похибки того, хто вижив”, хоча має безпосередній інтерес застосування зазначеної технології на всіх етапах відповідних досліджень. Нелінійність отриманих НВК ХРІП ОЕ дає змогу здійснити більш “тонке” вимірювання ГСП. Причому, безумовно, мають бути відповідним чином переформатовані і СІК УГД, і зазначений багатокроковий алгоритм.

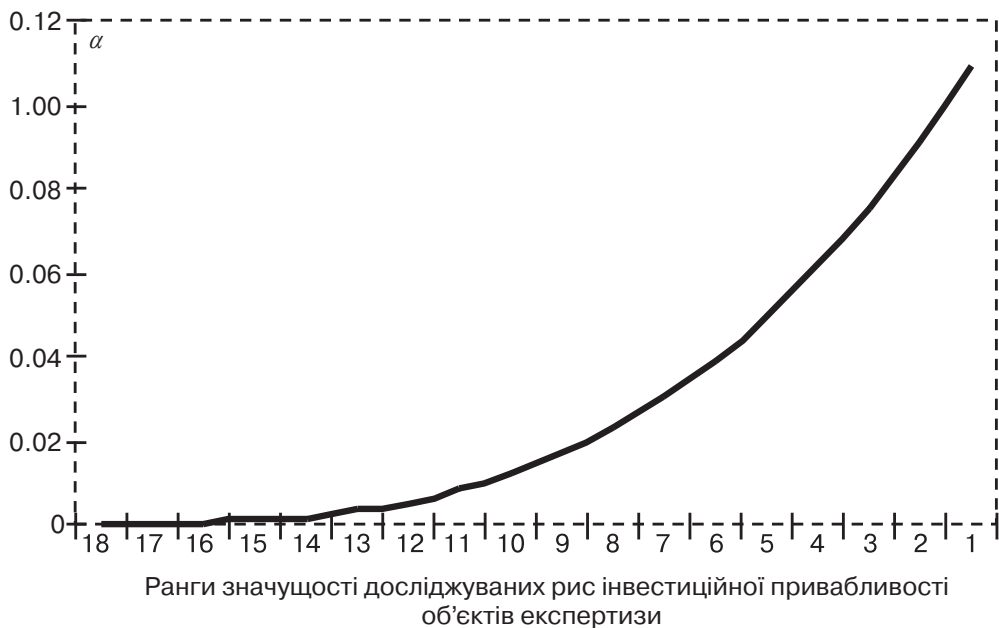


Рис. 3. Номограма відповідності рангової і кількісної значущості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

Таблиця 8

Результати  $\alpha$ -перетворення матриці рішень, утвореної з індивідуальних систем переваг членів підгрупи  $m_c$  на множині рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи (фрагмент)

| РПІ <sub>i</sub>  | Нормовані вагові коефіцієнти рангів рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи в індивідуальних системах переваг фахівця E <sub>j</sub> |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |     |                 |                 |          | Σ  | r <sub>ij</sub> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|----------|----|-----------------|
|                   | E <sub>5</sub>                                                                                                                                   | E <sub>8</sub> | E <sub>9</sub> | E <sub>14</sub> | E <sub>22</sub> | E <sub>25</sub> | E <sub>26</sub> | E <sub>29</sub> | E <sub>30</sub> | E <sub>31</sub> | ... | E <sub>82</sub> | E <sub>83</sub> |          |    |                 |
| 1                 | 2                                                                                                                                                | 3              | 4              | 5               | 6               | 7               | 8               | 9               | 10              | 11              | ... | 30              | 31              | 32       | 33 |                 |
| РІП <sub>1</sub>  | 0.030387                                                                                                                                         | 0.02303        | 0.016911       | 0.012009        | 0.006592        | 0.005239        | 0.005239        | 0.005239        | 0.005239        | 0.004085        | ... | 0.000002        | 0.000002        | 0.129646 | 16 |                 |
| РІП <sub>2</sub>  | 0.000752                                                                                                                                         | 0.006592       | 0.016911       | 0.02303         | 0.026519        | 0.061697        | 0.030387        | 0.030387        | 0.012009        | 0.039216        | ... | 0.030387        | 0.008161        | 0.544714 | 8  |                 |
| РІП <sub>3</sub>  | 0.049611                                                                                                                                         | 0.049611       | 0.091459       | 0.049611        | 0.039216        | 0.039216        | 0.061697        | 0.061697        | 0.039216        | 0.01432         | ... | 0.049611        | 0.091459        | 1.602558 | 5  |                 |
| РІП <sub>4</sub>  | 0.091459                                                                                                                                         | 0.08328        | 0.091459       | 0.049611        | 0.049611        | 0.039216        | 0.061697        | 0.061697        | 0.061697        | 0.075604        | ... | 0.091459        | 0.091459        | 2.226615 | 3  |                 |
| РІП <sub>5</sub>  | 0.061697                                                                                                                                         | 0.08328        | 0.091459       | 0.049611        | 0.100157        | 0.039216        | 0.061697        | 0.061697        | 0.049611        | 0.091459        | ... | 0.068415        | 0.091459        | 2.261784 | 2  |                 |
| РІП <sub>6</sub>  | 0.005239                                                                                                                                         | 0.000257       | 0.000002       | 0.006592        | 0.000049        | 0.003116        | 0.000002        | 0.000002        | 0.003116        | 0.000752        | ... | 0.000049        | 0.002313        | 0.169624 | 13 |                 |
| РІП <sub>7</sub>  | 0.003116                                                                                                                                         | 0.006592       | 0.016911       | 0.006592        | 0.000257        | 0.012009        | 0.016911        | 0.016911        | 0.08161         | 0.030387        | ... | 0.003116        | 0.002313        | 0.400707 | 10 |                 |
| РІП <sub>8</sub>  | 0.016911                                                                                                                                         | 0.01432        | 0.003116       | 0.016911        | 0.001663        | 0.091459        | 0.008161        | 0.008161        | 0.016911        | 0.049611        | ... | 0.000257        | 0.016911        | 0.682619 | 7  |                 |
| РІП <sub>9</sub>  | 0.001663                                                                                                                                         | 0.000049       | 0.000257       | 0.000049        | 0.000002        | 0.000257        | 0.000049        | 0.000049        | 0.000049        | 0.000049        | ... | 0.005239        | 0.000257        | 0.020571 | 18 |                 |
| РІП <sub>10</sub> | 0.009961                                                                                                                                         | 0.003116       | 0.006592       | 0.000257        | 0.003116        | 0.012009        | 0.016911        | 0.016911        | 0.02303         | 0.004085        | ... | 0.02303         | 0.026519        | 0.342389 | 11 |                 |
| РІП <sub>11</sub> | 0.02303                                                                                                                                          | 0.01432        | 0.006592       | 0.000752        | 0.026519        | 0.012009        | 0.016911        | 0.016911        | 0.030387        | 0.01432         | ... | 0.012009        | 0.026519        | 0.499121 | 9  |                 |
| РІП <sub>12</sub> | 0.000126                                                                                                                                         | 0.000002       | 0.001663       | 0.000002        | 0.01432         | 0.000257        | 0.000257        | 0.000257        | 0.000257        | 0.000257        | ... | 0.000752        | 0.000752        | 0.065107 | 17 |                 |
| РІП <sub>13</sub> | 0.009961                                                                                                                                         | 0.000752       | 0.030387       | 0.030387        | 0.01432         | 0.000002        | 0.002313        | 0.002313        | 0.000002        | 0.008161        | ... | 0.001663        | 0.005239        | 0.252032 | 12 |                 |
| РІП <sub>14</sub> | 0.000126                                                                                                                                         | 0.001663       | 0.000049       | 0.003116        | 0.006592        | 0.000257        | 0.002313        | 0.002313        | 0.000752        | 0.001663        | ... | 0.016911        | 0.012009        | 0.15794  | 14 |                 |
| РІП <sub>15</sub> | 0.10939                                                                                                                                          | 0.034614       | 0.049611       | 0.10939         | 0.075604        | 0.10939         | 0.10939         | 0.10939         | 0.10939         | 0.10939         | ... | 0.10939         | 0.061697        | 2.873089 | 1  |                 |
| РІП <sub>16</sub> | 0.000002                                                                                                                                         | 0.034614       | 0.000752       | 0.001663        | 0.000752        | 0.001663        | 0.000752        | 0.000752        | 0.001663        | 0.000002        | ... | 0.008161        | 0.000049        | 0.14662  | 15 |                 |
| РІП <sub>17</sub> | 0.075604                                                                                                                                         | 0.08328        | 0.061697       | 0.075604        | 0.100157        | 0.075604        | 0.091459        | 0.091459        | 0.091459        | 0.061697        | ... | 0.068415        | 0.049611        | 2.056325 | 4  |                 |
| РІП <sub>18</sub> | 0.039216                                                                                                                                         | 0.08328        | 0.039216       | 0.091459        | 0.061697        | 0.02303         | 0.039216        | 0.039216        | 0.075604        | 0.02303         | ... | 0.039216        | 0.039216        | 1.381438 | 6  |                 |

Таблиця 9

**Результати порівняння групової системи переваг підгрупи  $m_C$  та її оптимізованих версій**

| $ГСП_{m_k}$      | $ГСП_{m_C}$ | $ГСП_{m_C}^S$ | $ГСП_{m_C}^{MK}$ | $ГСП_{m_C}^a$ |
|------------------|-------------|---------------|------------------|---------------|
| 1                | 2           | 3             | 4                | 5             |
| $ГСП_{m_C}$      |             | 0.9561        | 0.9876           | 0.9719        |
| $ГСП_{m_C}^S$    |             |               | 0.9696           | 0.9629        |
| $ГСП_{m_C}^{MK}$ |             |               |                  | 0.9786        |
| $ГСП_{m_C}^a$    |             |               |                  |               |

**Примітка:** мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині  $R_{S \min} \geq 0.5897$ .

**ВИСНОВКИ**

Підсумовуючи отримані та представлені в цій публікації нові наукові результати з розвитку експертних технологій побудови та аналізу СП, звернемо увагу на такі важливі з-поміж них (не ранжируючи та не прив'язуючись до архітектури представлення матеріалу).

1. Професійну діяльність експертів пропонується розглядати як безперервний ланцюг рішень. Визначено складники впливу ЛЧ на ці рішення (основні домінанти ПР, рівні домагань, нечіткі оцінки СІП, небезпечні стратегії ПР, СП), що водночас ілюструють ставлення фахівця до ПХ ОЕ.

2. Серед складників вищезазначеного впливу виокремлено СП фахівців на ПХ (РІП) ОЕ та визначено спектр позитивів від застосування ІСП та ГСП в експертній діяльності.

3. З огляду на властивості для людини НМ, визначено, що рангові оцінки досліджуваних альтернатив, зокрема РІП ОЕ, з одного боку, “загрубують” виміри значущості зазначених рис, оскільки є лінійними, тому можуть навіть спровокувати виникнення похибок І–ІІ роду, а з іншого — обмежують можливості математичних перетворень цих рангів.

4. Визначено, що більш “тонкий” і нелінійний вимір значущості ХРІП ОЕ в унікальній за своїми кваліметричними особливостями абсолютній шкалі забезпечують НВК рис. Це важливо, оскільки їх застосування віднесено до одного з методів побудови СП.

5. Виходячи з того, що спектр досліджуваних ХРІП ОЕ досягає  $n = 18$  найменувань, а перелік їх можливих рангів, включаючи “пов’язані”, у ІСП та ГСП очевидний, за допомогою МРП встановлено відповідність цих рангів і НВК.

6. Реалізуючи технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”, з вихідної вибірки  $m = 90$  фахівців, залучених до випробування, було виокремлено чотири підгрупи з УГД, що задовольняють спектру встановлених СІК на надзвичайно високому рівні значущості  $\alpha = 1\%$ . Обґрунтовано, що одну з цих підгруп, чисельністю  $m_C = 30$  осіб, варто вважати базовою. Тому її було оптимізовано за допомогою ККПР Севиджа та МК.

7. Отримані НВК можливих рангів досліджуваних ХРІП ОЕ застосовано для переформатування ІСП членів підгрупи  $m_C$  та побудови відповідної  $ГСП_{m_C}^a$ . Встановлено, що ця ГСП в порівнянні з оптимізаційними версіями  $ГСП_{m_C}^S$  та  $ГСП_{m_C}^{MK}$  має максимальний збіг із базовою  $ГСП_{m_C}$ :  $R_S ГСП_{m_C}^a, ГСП_{m_C}^S = R_{S \max} = 0.9979$ , що вказує на ефективність застосованої  $\alpha$ -технології побудови ГСП.

8. Подальші дослідження з розвитку  $\alpha$ -технологій експертних процедур варто проводити в таких напрямках:

- застосування диференціального методу визначення частини сумарної цінності порівнюваних альтернатив;
- уточнення СІК УГД з урахуванням застосування НВК;
- уточнення алгоритму та технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, також усунення “систематичної похибки того, хто вижив” тощо.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Грабовецький Б. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б. Грабовецький. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 171 с.
2. Обґрунтування напрямів вдосконалення експертних технологій в дослідженнях людського чинника / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2021) : зб. матеріалів XIII Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 25–27 трав. 2021 р.). — Херсон : ХДМА, 2021. — С. 49–54 (364).
3. Експертні методи в автоматизованих системах керування: Формування та напрями використання експертних знань: навч. посіб. / уклад.: Л. Д. Ярошук. — 2-ге вид., допов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 43 с.
4. Системно-інформаційна методологія проактивної кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень в аеронавігаційних системах: монографія / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, В. Д. Пархоменко, В. О. Липчанський; за наук. ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2019. — 166 с.
5. Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience / O. Reva, A. Nevynitsyn, S. Borsuk, V. Shulgin and V. Kamyshyn // Safety and Risk Assessment of

- Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen. — 2020. — P. 113–127. — <https://doi.org/10.5772/intechopen.91937>.
6. Рева О. М. Системні основи кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень у судноводінні / О. М. Рева, А. П. Бень, В. Г. Ляшенко // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2019) : зб. матеріалів XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 28–30 трав. 2019 р.). — Херсон : ХДМА, 2019. — С. 69–72.
  7. Яроцький С. В. Пілотна оцінка ставлення експертів до значущості характерних рис інноваційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності / С. В. Яроцький // Авіаційно-космічна техніка та технологія. — Харків : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", 2021. — № 4. — С. 112–121. — <https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4sup2.15>.
  8. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий ; под ред. Б. В. Бирюкова ; пер. с польск. Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. — М. : Прогресс, 1979. — 504 с.
  9. Основи соціальної психології: підруч. для закл. вищ. освіти / П. П. Горностай, П. І. Бублик, М. О. Литвин, М. М. Слюсаревський, В. О. Татенко, Т. М. Титаренко, Н. В. Хазратова ; М. М. Слюсаревського. — Київ : Талком, 2018. — 578 с.
  10. Майерс Д. Социальная психология / Д. Майерс; пер. з англ. — СПб. : Питер, 2019. — 793 с.
  11. Кемени Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл ; пер. с англ. — М. : Советское радио, 1972. — 192 с.
  12. Bury H. Application of Kemeny's median for group decision support / H. Bury, D. Wagner // Applied Decision Support with Soft Computing. Series: Studies in Fuzziness and Soft Computing. Vol. 124. — Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. — P. 235–262. — [https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6_10).
  13. Granger C. W. J. Improved methods of combining forecasts / C. W. J. Granger & R. Ramanathan // Journal of Forecasting. — 1984. — Vol. 3. — P. 197–204. — <https://doi.org/10.1002/for.3980030207>.
  14. Davenport A. A computational study of the Kemeny Rule for preference aggregation proceeding / A. Davenport, J. Kalagnanam // AAAI'04 Proc. of the 19th National Conference on Artificial Intelligence. — San Jose, California, 2004. — P. 697–702.
  15. Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. — Київ : Інформаційні системи, 2012. — 270 с.
  16. Камишин В. В. Процедура побудови медіани Кемени як остаточної групової системи переваг / В. В. Камишин // Наукоємні технології. — 2013. — Т. 19. — № 3. — С. 273–279.
  17. Бухарин С. Н. Выбор результирующего ранжирования в процессе научно-технической экспертизы инновационных проектов / С. Н. Бухарин, Н. А. Дивуева, Е. А. Марышев // Инноватика и экспертиза. — 2014. — Вып. 1. — С. 114–120.
  18. Каратанов А. В. Информационные технологии экспертного оценивания проектных решений при формировании единого информационного пространства / А. В. Каратанов, Е. А. Дружинин // Моделирование в экономике та управління проектами : зб. наук. пр. Харківського університету Повітряних Сил. — 2014. — Вып. 3. — С. 155–160.
  19. Болтенков В. А. Анализ медианных методов консенсусного агрегирования ранговых предпочтений / В. А. Болтенков, В. И. Куваева, А. В. Позняк // Информатика та математичні методи в моделюванні. — 2017. — Т. 7. — № 4. — С. 307–317.
  20. Апробація медіани Кемени для непараметричної оптимізації групової системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок / О. М. Рева, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін, В. В. Камишин // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT — 2020) : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 27–29 трав. 2020 р.). — Херсон : ХДМА, 2020. — С. 18–21.
  21. Людський чинник: методологія проактивної кваліметрії загроз помилок авіадиспетчерів: монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. П. Борсук, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін; за ред. О. М. Реви. — Київ : UKPHTEL, 2020. — 126 с. — <http://doi.org/10.35668/978-966-479-120-2>.
  22. Системний аналіз: медіана Кемени як оптимізаційна модель групової системи переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, А. М. Невиніцин // Наука, технології, інновації. — 2020. — № 3. — С. 55–64. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2020-3-06>.
  23. Методи вдосконалення групових систем переваг / О. М. Рева, С. В. Яроцький, С. В. Засанська, В. В. Камишин // XXVI Міжнародний конгрес двигунобудівників: тези допов. (Лазурне, 6–11 верес. 2021 р.). — Харків : Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2021. — С. 83–84.
  24. Встановлення "еталонної" системи переваг авіадиспетчерів на спектрі характерних помилок / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. О. Завгородній, Л. А. Сагановська, С. В. Засанська, Ш. Ш. Насіров // Проблеми сталого розвитку морського транспорту PSDMI-21 : тези допов. Першої Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 3–5 листоп. 2021 р.). — Херсон : ХДМА, 2021. — С. 75–80.
  25. Подиновский В. В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов. — М. : Сов. радио, 1975. — 192 с.
  26. Надежность и эффективность в технике : справочник в 10 т. — Т. 3: Эффективность технических систем / под общ. ред.: В. Ф. Уткина, Ю. В. Крюкова. — М. : Машиностроение, 1988. — 328 с.
  27. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Машенко; 2-ге вид., перероб. та допов. — Київ : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. — 336 с.
  28. Малярець Л. М. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації / Л. М. Малярець, О. В. Міненкова // Проблеми економіки. — 2017. — № 1. — С. 421–427.
  29. Марко М. Я. Використання методу послідовного введення обмежень для розв'язання однієї двокритеріальної задачі планування виробництва / М. Я. Марко, Г. Г. Цегелик, Н. В. Грипинська // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. — 2017. — № 1. — С. 95–99.
  30. Файзільберг Л. С. Теорія прийняття рішень: підручник / Л. С. Файзільберг, О. А. Жуковська, В. С. Якимчук. — Київ : Освіта України, 2018. — 246 с.
  31. Рева О. М. Теоретичні основи моделювання "компромісу" у вимогах до всебічного розвитку обдарованості тих, хто навчається / О. М. Рева, В. В. Камишин, Л. А. Сагановська, С. В. Яроцький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. —

2022. — № 3 (86). — С. 20–27. — [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3\(86\)-20-27](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3(86)-20-27).
32. Интеллектуальные системы принятия проектных решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Э. Р. Виллюмс, Н. Н. Слядзь, С. А. Фомин. — Рига : Зинатне, 1997. — 317 с.
33. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнейчук. — Київ : МАКИС, 2007. — 336 с.
34. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание: методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. — Киев : ДУКТ, 2007. — 362 с.
35. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. — М. : Статистика, 1980. — 263 с.
36. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки: учебник в 3-х ч. / А. И. Орлов. — Ч. 2: Экспертные оценки. — М. : Изд-во МТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 486 с.
37. Кількісні методи експертного оцінювання: наук.-метод. розробка / уклад.: В. П. Новосад, Р. Г. Селіверстов, І. І. Артим. — Київ : НАДУ, 2009. — 36 с.
38. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий : [перекл. с англ.] / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 314 с.
39. Крымский С. Б. Научное знание и его трансформация / С. Б. Крымский. — Киев : Наукова думка, 1974. — 207 с.
40. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. — М. : Прогресс, 1986. — 426 с.
41. Добронравова І. С. Синергетика: становлення нелінійного мислення / І. С. Добронравова. — Київ : Либідь, 1990. — 152 с.
42. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности / Г. Хакен. — М. : ПЕР СЭ, 2001. — 353 с.
43. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве / сост. и отв. редактор В. А. Копчик. — М. : Прогресс, 2002. — 495 с.
44. Кремень В. Г. Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму / В. Г. Кремень, В. В. Ільїн. — Київ : Пед. думка, 2012. — 368 с.
45. Наумкіна О. А. Нелінійне мислення в сучасному швидкоплинному світі / О. А. Наумкіна // Філософія науки: традиції та інновації. — 2015. — № 2 (12). — С. 13–18.
46. Методи і моделі кваліметрії синергетичного ефекту у дидактиці: монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. В. Радецька, А. В. Малиновська, Є. А. Бурдельна, Л. М. Липчанська. — Київ : ІОД НАПН України, 2019. — 235 с.
47. Азгальдов Г. Г. Кваліметрія для всіх: учеб. пособ. / Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов. — М. : ИнформЗнание, 2012. — 165 с.
48. Нісфоян С. С. Розвиток методу аналізу ієрархій як механізму вибору інвестиційного проекту на підприємстві / С. С. Нісфоян, Н. П. Сисоліна, Г. В. Савеленко // Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки. — 2020. — Вип. 5 (38). — С. 228–237. JEL Classification: O22, O14, C02. — [https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5\(38\).228-237](https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5(38).228-237).
49. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: навч. посіб. / Л. О. Волонтир, Н. А. Потапова, І. М. Ушкаленко, І. А. Чіков. — Вінниця : ВНАУ, 2020 — 404 с.
50. Вартачан В. М. Застосування методу аналізу ієрархій для побудови стратегії управління знаннями високотехнологічних проектів / В. М. Вартачан, Д. О. Штейнбрехер // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — 2019. — № 2 (90). — С. 118–126. — <http://doi.org/10.32620/reks.2019.2.11>.
51. Рева О. Системно-інформаційне обґрунтування критеріїв узгодженості систем переваг учасників освітньо-виховного процесу / О. Рева, В. Камишин // Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. — 2022. — Вип. 1 (28). — С. 70–78 (118). — [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(28\)-70-78](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78).
52. Формування спектру системно-інформаційних критеріїв узгодженості експертних думок / О. М. Рева, В. В. Камишин, К. В. Кириченко, С. В. Яроцький, Л. А. Сагановська // Наука, технології, інновації. — 2023. — № 2 (26). — С. 26–39. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-04>.
53. Насіров Ш. Ш. Багатокрокова процедура виявлення статистично-узгодженої системи переваг авіадиспетчерів на множині характерних помилок їх діяльності / Ш. Ш. Насіров // Комунальне господарство міст. — 2012. — Вип. 105. — С. 461–475. (Серія “Технічні науки і архітектура”).
54. Багатокрокова процедура прийняття рішень щодо узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Невиніцин, С. В. Радецька // Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 14–15 листоп. 2019 р.). — Одеса : ОДАТРА, 2019. — С. 147–152.
55. Рева О. М. Технологія усунення статистичної похибки “того, хто вижив”, визначенні у ставленні авіадиспетчерів до небезпек помилок / О. М. Рева, С. П. Борсук, В. В. Камишин // Актуальні проблеми безпеки на транспорті, в енергетиці, інфраструктурі : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. (Лазурне, 8–11 верес. 2021 р.). — Херсон : Морський інститут імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, 2021. — С. 112–116.
56. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ: учеб. пособ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — М. : Высшая школа, 1989. — 367 с.
57. Анфилов В. С. Системный анализ в управлении: учеб. пособ. / В. С. Анфилов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. — М. : Финансы и статистика, 2002. — 368 с.
58. Гурочкіна В. В. Емерджентність — феномен складних економічних систем / В. В. Гурочкіна // Вісник Хмельницького національного університету. — 2019. — № 6. — Т. 1. — С. 60–68. — <http://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-63-71>.
59. Теоретичні основи методології інтегративної оцінки ступеня інвестиційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Наука, технології, інновації. — 2021. — № 1. — С. 3–16. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2021-1-01>.
60. Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління. — 2012. — № 3. — С. 53–62.
61. Апробація  $\alpha$ -методу порівняння систем переваг (на прикладі порівняння систем переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок) / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Інтелектуальні системи при-

інняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту — ISDMCI'2021 : матеріали Міжнар. наук. конф. (Залізний Порт, 24–28 трав. 2021 р.). — Херсон : ФОП Вишемирський В. С., 2021. — С. 63–64.

62. Qualitative Indexes of Air Traffic Controllers Attitude Toward Mistakes Hazard / O. Reva, V. Kamyshyn, S. Borsuk, V. Shulgin & A. Nevynitsyn // *Advances in Human Factors and Ergonomics 2021: 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences (AHFE 2021)*, (July, 25–29, Florida), USA. — Springer, 2021. — P. 618–624.

63. Блюмберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. — Л. : Лениздат, 1982. — 160 с.

## REFERENCES

1. Hrabovetskyi, B. (2010). Metody ekspertnykh otsinok: teoriia, metodolohiia, napriamky vykorystannia [Methods of expert evaluations: theory, methodology, directions of use]. Vynnytsia, 171 p. [in Ukr.].
2. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Obgruntuvannia napriamiv vdoskonalennia ekspertnykh tekhnolohii v doslidzhenniakh liudskoho chynnyka [Justification of directions for improvement of expert technologies in human factor research]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnolohii na transporti (MINNT — 2021)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT — 2021)]. Kherson, P. 49–54. [in Ukr.].
3. Yaroshchuk, L. D. (Comp.). (2022). Ekspertni metody v avtomatyzovanykh systemakh keruvannia: Formuvannia ta napriamy vykorystannia ekspertnykh znan [Expert methods in automated control systems: Formation and directions of use of expert knowledge]. Kyiv, 43 p. [in Ukr.].
4. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., Parkhomenko, V. D., & Lypchanskyi, V. O. (2019). Systemno-informatsiina metodolohiia proaktyvnoi kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen v aeronavhatsiinykh systemakh [System-informational methodology of proactive qualitative measurement of the influence of the human factor on decision-making in air navigation systems]. Kyiv, 166 p. [in Ukr.].
5. Reva, O., Nevynitsyn, A., Borsuk, S., Valerii Shulgin, V., & Kamyshyn, V. (2020). Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience. Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen, P. 113–127. <http://doi.org/10.5772/intechopen.91937>.
6. Reva, O. M., Ben, A. P., & Liashenko, V. H. (2019). Systemni osnovy kvalimetrii vplyvu liudskoho chynnyka na pryiniattia rishen u sudnovodinni [Systemic bases of qualitative measurement of human factor influence on decision-making in ship-driving]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnolohii na transporti (MINNT — 2019)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT — 2019)]. Kherson, P. 69–72. [in Ukr.].
7. Iarotskyi, S. V. (2021). Pilotna otsinka stavlenia ekspertiv do znachushchosti kharakternykh rys innovatsiinoi pryvabyvosti obektiv intelektualnoi vlasnosti [Pilot assessment of the attitude of experts to the significance of the characteristic features of the innovative attractiveness of intellectual property objects]. *Aviatsiino-kosmichna tekhnika ta tekhnolohiia* [Aerospace engineering and technology]. 4, 112–121. <http://doi.org/10.32620/akt.2021.4sup2.15> [in Ukr.].
8. Kozeleckij, Yu.; Biryukov B. V. (Eds.) (1979). Psihologicheskaya teoriya reshenij [Psychological theory of decisions]. Moscow, 504 p. [in Russ.].
9. Hornostai, P. P., Bublyk, P. I., Lytvyn, M. O., Sliusarevskyi, M. M., Tatenko, V. O., Tytarenko, T. M., & Khazratova, N. V.; Sliusarevskyi, M. M. (Ed.). (2018). Osnovy sotsialnoi psykholohii [Basics of social psychology]. Kyiv, 578 p. [in Ukr.].
10. Majers, D. (2019). Social'naya psihologiya [Social psychology]. St. Petersburg, 793 p. [in Russ.].
11. Kemeni, Dzh., & Snell, Dzh. (1972). Kiberneticheskoe modelirovanie: Nekotorye prilozheniya [Cybernetic modeling: Some applications]. Moscow, 192 p. [in Russ.].
12. Bury, H., & Wagner, D. (2003). Application of Kemeny's median for group decision support. *Applied Decision Support with Soft Computing. Series: Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Vol. 124. Springer, Berlin, Heidelberg, P. 235–262. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6_10).
13. Granger, C. W. J., & Ramanathan, R. (1984). Improved methods of combining forecasts *Journal of Forecasting*. 3, 197–204. <https://doi.org/10.1002/for.3980030207>.
14. Davenport, A., & Kalagnanam, J. (2004). A computational study of the Kemeny Rule for preference aggregation proceeding. *AAAI'04 Proc. of the 19th National Conference on Artificial Intelligence*. San Jose, California, P. 697–702.
15. Kamyshyn, V. V., & Reva, O. M. (2012). Metody systemnoho analizu u kvalimetrii navchalno-vykhovnoho protsesu [Methods of system analysis in the quality measurement of the educational process]. Kyiv, 270 p. [in Ukr.].
16. Kamyshyn, V. V. (2013). Protseura pobudovy mediany Kemeni yak ostatochnoi hrupovoi systemy perevah [The procedure for constructing the Kemeny median as a final group preference system]. *Naukoiemni tekhnolohii* [Scientific technologies]. 19 (3), 273–279. [in Ukr.].
17. Buharin, S. N., Divueva, N. A., & Maryshev, E. A. (2014). Vybory rezul'tiruyushchego ranzhirovaniya v processe nauchno-tekhnicheskoy ekspertizy innovatsionnykh proektov [The choice of the resulting ranking in the process of scientific and technical expertise of innovative projects]. *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and expertise]. 1, 114–120. [in Russ.].
18. Karatanov, A. V., & Druzhynyn, E. A. (2014). Informatsionnye tekhnologii ekspertnogo ocenivaniya proektnykh reshenij pri formirovanii edinogo informatsionnogo prostranstva [Information technologies for expert evaluation of design solutions in the formation of a single information space]. *Modelirovaniia v ekonomitsi ta upravlinnia proektamy* [Modeling in economics and project management]. 3, 155–160. [in Russ.].
19. Boltenev, V. A., Kuvaeva, V. I., & Poznyak, A. V. (2017). Analiz mediannykh metodov konsensusnogo agregirovaniya rangovykh predpochtenij [Analysis of Median Methods for Consensus Aggregation of Rank Preferences]. *Informatyka ta matematychni metody v modeliuvanni* [Informatics and mathematical methods in modeling]. 7 (4), 307–317. [in Russ.].
20. Reva, O. M., Nevynitsyn, A. M., Shulhin, V. A., & Kamyshyn, V. V. (2020). Aprobatsiia mediany Kemeni dlia neparametrychnoi optymizatsii hrupovoi systemy perevah aviadiyspetcheriv na mnozhyni

- kharakternykh pomylok [Approbation of the Kemeny median for non-parametric optimization of the group system of preferences of air traffic controllers on a set of characteristic errors]. *Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnologii na transporti (MINNT — 2020)* [Modern information and innovative technologies in transport (MINNT — 2020)]. Kherson, P. 18–21. [in Ukr.].
21. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Nevy-nitsyn, A. M., & Shulhin, V. A. (2020). Liudskiy chynnyk: Metodolohiia proaktyvnoi kvalymetrii zahroz pomylok aviadyspetcheriv [Human factor: Methodology of proactive risk assessment of air traffic controllers error threats]. Kyiv. 126 p. <http://doi.org/10.35668/978-966-479-120-2> [in Ukr.].
22. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Shulhin, V. A., & Nevy-nitsyn, A. M. (2020). Systemnyi analiz: mediana Kemeni yak optymizatsiina model hrupovoi systemy perevah aviadyspetcheriv na nebezpekah kharakternykh pomylok [System analysis: the Kemeny median as an optimization model of the group system of air traffic controllers' preferences on the dangers of characteristic errors]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 3, 55–64. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2020-3-06> [in Ukr.].
23. Reva, O. M., Yarotskyi, S. V., Zasanska, S. V., & Kamyshyn, V. V. (2021). Metody vdoskonalennia hrupovykh system [Methods of improving group systems]. *XXVI Mizhnar. konhres dvyhunobudivnykiv* [XXVI Mizhnar. congress of engine builders]. Kharkiv, P. 83–84. [in Ukr.].
24. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zavhorodnii, S. O., Sahanovska, L. A., Zasanska, S. V., & Nasirov, Sh. Sh. (2021). Vstanovlennia "etalonnoi" systemy perevah aviadyspetcheriv na spektri kharakternykh pomylok [Establishing a "reference" system of preferences of air traffic controllers on the spectrum of characteristic mistakes]. *Problemy staloho rozvytku morskoho transportu PSDMI-21* [Problems of sustainable development of maritime transport PSDMI-21]. Kherson, P. 75–80. [in Ukr.].
25. Podinovskij, V. V., & Gavrilov, V. M. (1975). Optimizatsiya po posledovatel'no primenyaemym kriteriyam [Optimization according to consistently applied criteria]. Moscow, 192 p. [in Russ.].
26. Utkin, V. F. & Kryuchkov, Yu. V. (Eds.) (1988). Nadezhnost' i effektivnost' v tekhnike : [Reliability and efficiency in engineering The efficiency of technical systems]. Moscow, Vol. 3, 328 p. [in Russ.].
27. Voloshyn, O. F., & Mashchenko, S. O. (2010). Modeli ta metody pryiniattia rishen [Decision-making models and methods]. Kyiv, 336 p. [in Ukr.].
28. Maliarets, L. M., & Minienkova, O. V. (2017). Vy-rishennia problem bahatokryterialnosti v otsintsi diialnosti pidpryyemstva na osnovi metodiv bahatokryterialnoi optymizatsii [Solving the problems of multicriteria in the assessment of enterprise activity based on multicriteria optimization methods]. *Problemy ekonomiky* [Problems of the economy]. 1, 421–427. [in Ukr.].
29. Marko, M. Ya., Tsehelyk, H. H., & Hrypynska, N. V. (2017). Vykorystannia metodu poslidoynoho vvedennia obmezhen dlia rozviazannia odniiei dvokryterialnoi zadachi planuvannia vyrobnytstva [Using the method of sequential introduction of constraints to solve one two-criterion problem of production planning]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Ekonomichni nauky* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Economic sciences]. 1, 95–99. [in Ukr.].
30. Faizilberh, L. S., Zhukovska, O. A., & Yakymchuk, V. S. (2018). Teoriia pryiniattia rishen [Decision-making theory]. Kyiv, 246 p. [in Ukr.].
31. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Sahanovska, L. A., & Yarotskyi, S. V. (2022). Teoretychni osnovy modeliuvannia "kompromisu" u vymohakh do vsebichnoho rozvytku obdarovanosti tykh, khto navchaietsia [Theoretical foundations of modeling the "compromise" in the requirements for the comprehensive development of the gifted-edness of those who study]. *Osvita ta rozvytok obdarananoi osobystosti* [Education and development of a gifted personality]. 3 (86). P. 20–27. [in Ukr.]. [https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3\(86\)-20-27](https://doi.org/10.32405/2309-3935-2022-3(86)-20-27).
32. Borisov, A. N., Alekseev, A. V., Vilyums, E. R., Slyadzh', N. N., & Fomin, S. A. (1997). Intellekturnye sistemy prinyatiya proektnykh reshenij [Intelligent systems for making design decisions]. Riga, 317 p. [in Russ.].
33. Tarasov, V. A., Gerasimov, B. M., Levin, I. A., & Korneichuk, V. A. (2007). Intellekturnye sistemy podderzhki prinyatiya reshenij: Teoriya, sintez, effektivnost' [Intelligent Decision Support Systems: Theory, Synthesis, Efficiency]. Kyiv, 336 p. [in Russ.].
34. Samohvalov, Yu. Ya., & Naumenko, E. M. (2007). Ekspertnoe ocenivanie: Metodicheskij aspekt [Expert assessment: methodological aspect]. Kyiv, 362 p. [in Russ.].
35. Beshelev, S. D., & Gurvich, F. G. (1980). Matematiko-statisticheskie metody ekspertnykh ocenok [Mathematical and statistical methods of expert assessments]. Moscow, 263 p. [in Russ.].
36. Orlov, A. I. (2011). Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie. Ekspertnye ocenki [Organizational and economic modeling. Expert assessments]. P. 2. Moscow, 486 p. [in Russ.].
37. Novosad, V. P., Seliverstov, R. G., & Artim, I. I. (Compilers) (2009). Kil'kisni metodi ekspertnogo ocinyuvannya [Quantitative methods of expert assessment]. Kyiv, 36 p. [in Ukr.].
38. Saati, T. (1993). Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij [Hierarchy Analysis Method]. Moscow, 314 p. [in Russ.].
39. Krymskij, S. B. (1974). Nauchnoe znanie i ego transformatsiya [Scientific knowledge and its transformation]. Kyiv, 207 p. [in Russ.].
40. Prigozhin, I., & Stengers, I. (1986). Poryadok iz haosa: Novyj dialog cheloveka s prirodoy [Order out of chaos: A new dialogue between man and nature]. Moscow, 426 p. [in Russ.].
41. Dobronravova, I. S. (1990). Synerhetyka: stanovlennia neliniinoho myslennia [Synergetics: the formation of non-linear thinking]. Kyiv, 152 p. [in Russ.].
42. Haken, G. (2001). Principy raboty golovnogo mozga: Sinergeticheskij podhod k aktivnosti mozga, povedeniyu i kognitivnoj deyatel'nosti [How the Brain Works: A Synergistic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition]. Moscow, 353 p. [in Russ.].
43. Dobronravova, I. S. (1990). Synerhetyka: stanovlennia neliniinoho myslennia [Synergetics: the formation of non-linear thinking]. Kyiv, 495 p. [in Russ.].
44. Kremen, V. H., & Ilin, V. V. (2012). Synerhetyka v osviti: kontekst liudynotsentryzmu [Synergetics in the world: the context of people-centrism]. Kyiv, 368 p. [in Ukr.].
45. Naumkina, O. A. (2015). Neliniine myslennia v suchasnomu shvydkoplynnomu sviti [Non-linear thought in the modern swedkoplin world]. *Filosofia*

- nauky: tradytsii ta innovatsii* [Philosophy of science: traditions and innovations]. 2 (12), 13–18. [in Ukr.].
46. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Radetska, S. V., Malynovshevska, A. V., Burdelna, Ye. A., & Lypchanska, L. M. (2019). Metody i modeli kvalimetrii synergetychnoho efektu u dydaktytsii [Methods and models of the quality measurement of the synergistic effect in didactics]. Kyiv, 235 p. [in Ukr.].
  47. Azgal'dov, G. G., Kostin, A. V., & Sadovov, V. V. (2012). Kvalimetriya dlya vseh [Qualimetry for all]. Moscow, 165 p. [in Russ.].
  48. Nisfoian, S. S., Sysolina, N. P., & Savelenko, H. V. (2020). Rozvytok metodu analizu ierararkhii yak mekhanizmu vyboru investytsiynoho proiektu na pidpriemstvi [Development of the method of analysis of hierarchies as a mechanism for choosing an investment project at the enterprise]. *Tsentralkraiynskyyi naukovyyi visnyk. Ekonomichni nauky* [Central Ukrainian scientific bulletin. Economic sciences]. 5 (38), 228–237. JEL Classification: O22, O14, C02. [https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5\(38\).228-237](https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.5(38).228-237) [in Ukr.].
  49. Volontyr, L. O., Potapova, N. A., Ushkalenko, I. M., & Chikov, I. A. (2020). Optyimizatsiini metody ta modeli v pidpriemnytskii diialnosti [Optimization methods and models in entrepreneurial activity]. Vinnytsia, 404 p. [in Ukr.].
  50. Vartanian, V. M., & Shteynbrekher, D. O. (2019). Zastosuvannya metodu analizu ierararkhii dlia pobudovy stratehii upravlinnia znanniamy vysokotekhnolohichnykh proektiv [Application of the method of analysis of hierarchies to build a knowledge management strategy of high-tech projects]. *Radioelektronni i kompiuterni systemy* [Radioelectronic and computer systems]. 2 (90), 118–126. <https://doi.org/10.32620/reks.2019.2.11>. [in Ukr.].
  51. Reva, O., & Kamyshyn, V. (2022). Systemno-informatsiine obgruntuuvannya kryteriyiv uzghodzhennosti system perevah uchashnykiv osvitho-vykhovnoho protsesu [System and information substantiation of the criteria of consistency of preference systems of participants in the educational process]. *Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy* [Pedagogical innovations: ideas, realities, perspectives]. 1 (28), 70–78 (118). [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(28\)-70-78](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78) [in Ukr.].
  52. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Kyrychenko, K. V., Yarotskyi, S. V., & Sahanovska, L. A. (2023). Formuvannya spektru systemno-informatsiynykh kryteriyiv uzghodzhennosti ekspertnykh dumok [Formation of the spectrum of system and information criteria for consistency of expert opinions]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 2 (26), 26–39. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-04> [in Ukr.].
  53. Nasirov, Sh. Sh. (2012). Bahatokrokovaya protsedura vyivlennia statystychno-uzghodzhenoii systemy perevah aviadyspetcheriv na mnozhyni kharakternykh pomylkov yikh diialnosti [A multi-step procedure for identifying a statistically consistent system of advantages of air traffic controllers based on a set of characteristic errors of their activity]. *Komunalne hospodarstvo mist. Tekhnichni nauky i arkhitektura* [Communal management of cities. Technical sciences and architecture]. 105, 461–475. [in Ukr.].
  54. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Nevynitsyn, A. M., & Radetska, S. V. (2019). Bahatokrokovaya protsedura pryiniattia rishen shchodo uzghodzhennosti hrupovykh system perevah aviadyspetcheriv [A multi-step decision-making procedure for the consistency of group preference systems of air traffic controllers]. *Tekhnichne rehuliuuvannya, metrolohiia, informatsiini ta transportni tekhnolohii* [Technical regulation, metrology, information and transport technologies]. Odesa. P. 147–152. [in Ukr.].
  55. Reva, O. M., Borsuk, S. P., & Kamyshyn, V. V. (2021). Tekhnolohiia usunennia statystychnoi pokhybky “toho, khto vyzyhv”, vyznachenni u stavlenni aviadyspetcheriv do nebezpek pomylkov [The technology for eliminating the statistical error of the “survivor” in determining the attitude of air traffic controllers to the dangers of errors]. *Aktualni problemy bezpeky na transporti, v enerhetytsi, infrastrukturi* [Actual problems of safety in transport, energy, infrastructure]. Kherson, P. 112–116. [in Ukr.].
  56. Peregudov, F. I., & Tarasenko, F. P. (1989). Vvedenie v sistemnyy analiz [Introduction to system analysis]. Moscow, 367 p. [in Russ.].
  57. Anfilyatov, V. S., Emel'yanov A. A., & Kukushkin, A. A. (2022). Sistemnyy analiz v upravlenii [System analysis in management]. Moscow, 368 p. [in Russ.].
  58. Hurochkina, V. V. (2019). Emerdzhentnist — fenomen skladnykh ekonomichnykh system [Emergence is a phenomenon of complex economic systems]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University]. 6 (1), 60–68. <http://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-63-71> [in Ukr.].
  59. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Teoretychni osnovy metodolohii intehratyvnoi otsinky stupenia investytsiynoi pryvabyvosti obektiv intelektualnoi vlasnosti [Theoretical foundations of the methodology of integrative assessment of the degree of investment attractiveness of intellectual property objects]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 1, 3–16. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2021-1-01> [in Ukr.].
  60. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Makarenko, L. M., & Medvedenko, O. M. (2012). Protsedura fazyfikatsii / defazyfikatsii baliv shkal otsiniuvannya [The procedure of fuzzification / defuzzification of scores of rating scales]. *Elektronika ta systemy upravlinnia* [Electronics and control systems]. 3, 53–62. [in Ukr.].
  61. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). Aprobatyia  $\alpha$ -metodu porivniannia system perevah (na prykladi porivniannia system perevah aviadyspetcheriv na nebezpekh kharakternykh pomylkov) [Approbation of the  $\alpha$ -method of comparing advantage systems (on the example of comparing the advantage systems of air traffic controllers on the dangers of characteristic errors)]. *Intelektualni systemy pryiniattia rishen i problemy obchysluvalnoho intelektu* [Intelligent decision-making systems and problems of computational intelligence]. Kherson, P. 63–64. [in Ukr.].
  62. Reva, O., Kamyshyn, V., Borsuk, S., Shulgin, V., & Nevynitsyn, A. (2021). Qualitative Indexes of Air Traffic Controllers Attitude Toward Mistakes Hazard. *Advances in Human Factors and Ergonomics 2021: 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences (AHFE 2021)*. Springer, P. 618–624.
  63. Blyumberg, V. A., & Glushchenko, V. F. (1982). Kakoe reshenie luchshe? Metod rasstanovki priorytetov [What is the best solution? Prioritization Method]. Leningrad, 160 p. [in Russ.].

**O. M. REVA**, D. Sc. in Engineering, Professor

**V. V. KAMYSHYN**, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, Corresponding Member of the NAES of Ukraine

**S. P. BORSUK**, D. Sc. in Engineering, Associate Professor

**S. V. YAROTSKYI**

**L. A. SAHANOVSKA**

## APPLICATION OF $\alpha$ -TECHNOLOGY TO CLARIFY AGREED SYSTEMS OF EXPERTS' ADVANTAGES

**Abstract.** *It is expedient to study the professional activity of an expert as a person making a decision through the prism of the influence of the human factor. Among the relevant indicators of such influence, systems of advantages (individual and group) are identified and studied on the indicators and characteristics of objects of expertise. Under the system of advantages, we mean an ordered series of indicators and characteristics of the studied objects of expertise (in the context of our research, features of investment attractiveness, the spectrum of which covers  $n = 18$  features): from more weighty, significant, attractive, etc., to less weighty. The use of indicators of the significance of these features, especially in combination with the determination of their expressiveness in a particular object, contributes, on the one hand, to the solution of the problem of obtaining an integral assessment of the degree of its investment attractiveness, which and only to which the system property of emergence is inherent, and on the other hand, — establishing “compromises” on this expressiveness. Both tasks are multi-criteria, with the first being one-step and the second being multi-step.*

*A more popular method for constructing individual advantage systems is pairwise comparison and normative determination of a part of the total value of the compared alternatives. Group preference systems are usually constructed by applying group decision strategies such as summing and averaging ranks. However, the practice of constructing systems of preferences in the ordering scale is given in a certain way, measurements are “loaded”, since we are talking about a linear change in ranks. The “finess” and non-linearity of measurements should be ensured by the normalized weight coefficients of features. The definition of these coefficients is related to one of the methods for constructing personal preference systems. measurements.*

*Based on the obvious compilation of ranks of 18 features of the investment attractiveness of objects of expertise, including “related”, and using the mathematical method of prioritization, the required coefficients are established. The acceptability of the results of the third iteration of the method is substantiated, since, on the one hand, in this case, the requirement for the non-linearity of these coefficients is really satisfied, and on the other hand, the proper accuracy of calculations is ensured.*

*$m = 90$  specialists involved in conducting various examinations at the SSI “UkrISTEI” took part in the research. The results of their tests (individual systems of advantages on the spectrum of features of the investment attractiveness of objects of expertise) were initially processed in order to identify and reject marginal thoughts, as well as eliminate “the systematic error of the survivor”. From the initial sample of subjects, four subgroups were identified, in which the coherence of group thoughts satisfies the spectrum of system-information criteria of coherence at a high level of significance  $\alpha = 1\%$ . The basic system of advantages is substantiated, where the ranks in the individual preference systems of its members are replaced by normalized weight coefficients. An almost absolute (significantly greater than 0,9) agreement of the obtained  $\alpha$ -group system of advantages with the basic and its optimized versions is determined. The ways of further development of  $\alpha$ -technology of expert research are outlined.*

**Keywords:** *features of investment attractiveness of objects of expertise, systems of advantages, normalized weight coefficients of features,  $\alpha$ -technologies of expert research.*

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Рева Олексій Миколайович** — д-р техн. наук, проф., завсектору електронного врядування відділу управління та адміністрування, Національний авіаційний університет, просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

**Камишин Володимир Вікторович** — д-р пед. наук, с. н. с., чл.-кор. НАПН України, директор, ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

**Борсук Сергій Павлович** — д-р техн. наук, доц., голов. н. с., ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-10; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

**Яроцький Станіслав Володимирович** — начальник відділу управління та адміністрування, Національний авіаційний університет; просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058; +38 (067) 238-31-77; stas\_gas@ua.fm; ORCID: 0000-0003-3934-4647

**Сагановська Лариса Анатоліївна** — старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін та інформаційних технологій в авіаційних системах, Льотна академія Національного авіаційного університету, вул. Степана Чобану, 1, м. Кропивницький, Кіровоградська обл., Україна, 25005; lora-sag@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2560-4383

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Reva O. M.** — D. Sc. in Engineering, Professor; Head of the electronic government department in the management and administration division of National Aviation University; 1, Lubomir Guzar Avenue, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

**Kamyshyn V. V.** — D. Sc. in Pedagogy, Corresponding Member of the NAES of Ukraine, Director of Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-10; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

**Borsuk S. P.** — D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Head Researcher Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

**Yarotskyi S. V.** — Head of Department in the Management and Administration Division of National Aviation University, 1, Lubomir Guzar Ave, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; stas\_gas@ua.fm; ORCID: 0000-0003-3934-4647

**Sahanovska L. A.** — Senior Lecturer of the Department of Physical and Mathematical Disciplines and Information Technologies in Aviation Systems of the Flight Academy of the National Aviation University, 1, Stepan Choban Str., Kropyvnytskyi, Kirovohrad region, Ukraine, 25005; lora-sag@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2560-4383



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-05>

УДК 061.2; 061.27; 336.5

**С. В. ЗАСАНСЬКА**, канд. екон. наук, доц., ст. н. с

## ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ЕКСПЕРТИЗИ НАУКОВИХ ПРОЄКТІВ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЇХ ФІНАНСУВАННЯ

**Резюме.** Європа вважається одним із лідерів у галузі наукових досліджень та інновацій, тому аналіз її підходів до експертизи та фінансування може допомогти іншим країнам покращити свої практики. Вивчення особливостей експертизи та фінансування наукових проєктів є надзвичайно важливим для розвитку науково-дослідницької сфери. Стаття присвячена вивченню та аналізу особливостей експертизи, що використовується в Європі для оцінки наукових проєктів, а також механізмам прийняття рішень стосовно їх фінансування. Проаналізовано основні підходи та критерії до експертної оцінки наукових проєктів у Європі, схарактеризовано особливості їх фінансування. Досліджено найбільш успішні стратегії та механізми, що сприяють ефективному прийняттю рішень стосовно розподілу коштів між науковими проєктами. Наукова стаття має на меті збагатити знання та розуміння процесів, що пов'язані з експертизою та фінансуванням наукових досліджень, а також отримати теоретико-методологічні дані, які можуть слугувати для подальшого покращення систем управління науково-дослідними проєктами і бути використані у сфері управління науковою та науково-технічною експертизою. Результати цього дослідження можуть бути корисними для наукових організацій, університетів, урядових структур та інших зацікавлених сторін, які мають безпосередній вплив на науковий розвиток і систему наукової експертизи.

**Ключові слова:** експертиза наукових проєктів, фінансування наукових досліджень, інструменти фінансування, прийняття рішень, дослідницька інфраструктура, європейський науковий фонд.

### ВСТУП

У науковій сфері є безліч дискусійних питань щодо принципів і швидкого прийняття ефективних рішень щодо: фінансування проєктів; бюрократичних аспектів процедури експертизи та розподілу коштів; використання найадекватніших критеріїв для експертної оцінки проєктів, зокрема міжгалузевих і мультидисциплінарних;

об'єктивності та високої якості експертизи; відкритості та прозорості експертизи; зворотного зв'язку з експертами тощо.

Європейський досвід є важливим джерелом інформації, яка допомагає зрозуміти, яким чином витрачаються кошти на наукові дослідження та які процедури експертної оцінки забезпечують прийняття рішень щодо фінансування

найкращих дослідницьких ініціатив. У статті ми розглянемо найвідоміші європейські методи та методики експертизи наукових проєктів, які сприяють вибору найбільш гарантованих ідей і забезпечують високу якість досліджень. Зважаючи на успішні практики та помилки, країни можуть створити більш ефективну стратегію розвитку науково-дослідної сфери.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Розвиток науки, техніки і технологій є основоположним стратегічним завданням для економічного та соціального розвитку будь-якої країни і водночас — неможливим без фінансування. Українська наука більшою мірою залежить від базового бюджетного фінансування, яке спрямоване на основну діяльність державних наукових установ і наукові дослідження закладів вищої освіти III–IV рівнів акредитації, а програмно-цільове — на фінансування на конкурсній основі наукових і науково-технічних програм, проєктів тощо [1].

Останніми роками ми спостерігаємо скорочення державного фінансування на науку, що впливає на її якість та рейтинг у світовому просторі. Українська наука “зневірилися” в справедливості та прозорості процедур оцінювання власних здобутків, а тому ми дедалі частіше спостерігаємо “згасання інтересів” наукових кадрів до продукування наукової та науково-технічної продукції. Водночас спостерігається спадна тенденція поповнення фонду НДДКР науковими роботами. Наприклад, за останні три роки (2020–2022) реєстрація фундаментальних і прикладних досліджень зменшилася на 24,65 %, пріоритетних напрямів — на 16,80 %, с/г — на 60,36 %, медицини — на 23,96 %, доріг — на 98,91 % [2]. Це вимагає пошуку рішень, які б дали змогу ефективно розподіляти й витратити бюджетні кошти на наукову та науково-технічну діяльність, надаючи можливість найкращим роботам бути профінансованими. Такі рішення зазвичай базуються на експертних оцінках і в умовах обмеженості фінансових ресурсів інвестори — суб’єкти господарювання приймають остаточні рішення щодо розміру фінансування саме на основі таких оцінок.

Експертиза заявок, проєктів тощо може бути використана розпорядниками як державних коштів і місцевих бюджетів, коштів установ, організацій та підприємств, так і інших замовників, які розпоряджаються недержавними джерелами фінансування. Така експертиза слугує вирішальним чинником під час вибору найефективнішого варіанта, який буде сприяти створенню різних видів ефектів, важливим з-поміж яких є отримання прибутку. Тому, на основі результатів

дослідження європейського досвіду фінансування наукових і науково-технічних заявок та аналізу експертних підходів до оцінки вибору найефективнішого варіанту ми матимемо змогу зіставити та порівняти її з вітчизняними практиками експертного оцінювання для отримання теоретико-методологічних даних, застосування яких буде належати до управління сферою наукової та науково-технічної експертизи.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У науковій літературі ми дедалі частіше можна знайти дані, що питання фінансування наукових і науково-технічних проєктів стає предметом досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. Підтвердженням цього можуть слугувати праці українських дослідників: Т. М. Боголіби, яка сформулила власні наукові доробки в напрямі фінансового забезпечення розвитку вищої освіти і науки в Україні [3]; В. З. Бугая, який досліджує фінансову стійкість підприємств і залучення інвестиційних ресурсів [4; 5]; Є. О. Нагорного, який має значний науковий доробок у сфері фінансового контролю [6]; В. П. Нагребельного, який займається не лише організаційно-правовими проблемами державного регулювання і управління у сфері економіки та фінансового права, а й постає в ролі розробника ряду нормативних документів у сфері наукової та науково-технічної експертизи [7]; С. М. Ніколаєнка, який має у своєму науковому доробку напрацювання щодо управління інноваційним розвитком системи вітчизняної освіти та підприємств [8] тощо.

Також у цьому контексті можна згадати праці сучасних зарубіжних вчених: Mario Coccia (Італія), який досліджує еволюцію технологій, наукових змін та ефективність фінансування державних дослідницьких лабораторій [9; 10; 11]; Greta Falavigna (Італія), яка займається питаннями фінансового забезпечення стратегічних галузей промисловості [12; 13]; Carter Bloch (Данія), який розглядає роль розміру гранту у фінансуванні досліджень [14]; Kaare Aagaard (Данія), коло наукових інтересів якого стосується виявлення зв’язків між розподілом фінансування досліджень і науковою продуктивністю [15]; Emil Bargmann Madsen (Данія), який займається проблемами фінансування досліджень [16]; Thomas Franssen (Нідерланди), який описує недоліки фінансування проєктів епістемічних інновацій [17].

Окрім того, варто відмітити ґрунтовну працю Європейського наукового фонду, що присвячена експертній оцінці наукових досліджень, фінансуванню науково-дослідної та наукової політики в Європі [18].

Основною канвою, яка об'єднує ці праці є одностороннє переконання в тому, що при обмеженості фінансових ресурсів контроль за ефективністю вкладених коштів є необхідною умовою ефективного управління галуззю науки, а розробка й використання дієвого інструментарію експертної оцінки проєктів та методології прийняття рішень щодо їх фінансування дасть змогу мінімізувати витрати і приймати позитивні рішення з високою ймовірністю їх виконання.

**Метою** даної статті є вивчення та аналіз системи експертизи наукових проєктів, яка застосовується в Європі, а також розкриття механізмів прийняття рішень стосовно фінансування дослідницьких ініціатив. У статті присутній намір з'ясувати, як саме оцінюються наукові проєкти, які критерії використовуються для визначення їхньої значущості та перспективності і які механізми прийняття рішень допомагають забезпечити ефективний розподіл фінансових ресурсів. Отримані результати дадуть змогу отримати теоретико-методологічні дані та надати практичні рекомендації для поліпшення системи управління науковою та науково-технічною експертизами в частині розуміння критеріїв оцінки й особливостей експертизи для подальшого прийняття рішень щодо фінансування наукових досліджень.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У світовій практиці варто відзначити певну особливість: науково-технічну та інноваційну експертизу зазвичай розглядають як підхід до оцінки державної політики, що спрямований на аналіз і розуміння подій, пов'язаних із тими чи іншими діями держави. Розглядаючи практику організації експертної діяльності в країнах Європейського Союзу, можна виділити різні форми її реалізації та різноманітність методів залучення висококваліфікованих фахівців, які працюють як у конкретних галузях розглянутої проблеми, так і в суміжних сферах [19].

Попри деякі особливості та нюанси, які відрізняють процеси експертної оцінки, прийняті в різних програмах та їх варіантах, загальна логіка, архітектура та основні складові блоки залишаються однаковими для подібних інструментів фінансування. Такого висновку дійшли члени Європейського наукового фонду (ESF) та EUROHOC, які створили посібник з експертної оцінки, який відображає досвід Європейської Комісії в її Рамкових програмах і використовуються донині. Посібник описує провідні практики, встановлюючи мінімальне ядро ключових принципів і процесів експертної оцінки загальноприйнятих на європейському рівні. Він може слугувати для оцінки національних процесів експертної оцінки та підтримки їх гармонізації,

а також сприяти міжнародній експертній перевірці та спільному використанні ресурсів. Його варто розглядати як поточний довідник, який можна оновлювати та переглядати за потреби.

Потрібно відмітити типові інструменти фінансування, які використовуються в європейських країнах і покладаються на експертну оцінку як їх основний елемент відбору: індивідуальні дослідницькі проєкти; спільні дослідницькі проєкти; можливості кар'єрного розвитку; створення центрів або мереж передового досвіду; гранти на передачу та поширення знань; створення або розширення наукових мереж; створення або розширення дослідницької інфраструктури; основні призи чи нагороди [ст. 10; 18]. Сучасною практикою експертного оцінювання в Європі виділено деякі особливості, що притаманні процедурам експертного огляду, і надано дані переважно для трьох вибраних інструментів: індивідуальні дослідницькі проєкти, можливості кар'єрного розвитку та спільні дослідницькі проєкти. Ці інструменти були визнані найбільш репрезентативними. Для інших програм результати включаються, коли це доречно.

З метою поглибленого вивчення особливостей експертизи та фінансування проєктів автором було розширено і деталізовано якомога більшу кількість можливих інструментів, щодо яких схарактеризовано критерії, суть експертизи та особливості фінансування (**табл. 1**).

Чимало з цих програм мають різні варіації з точки зору обсягу та дисциплінарних характеристик. Інструменти фінансування можуть поєднуватися чи адаптуватися залежно від конкретних вимог і мети фінансування наукових досліджень.

Окремо хотілося б виділити джерела фінансування та навести характеристики експертної оцінки та критеріїв, які при цьому використовуються (**табл. 2**).

Державні та приватні фінансові організації на національному та міжнародному рівнях стикаються з проблемою встановлення та підтримки найкращих процедур оцінки, які використовуються для прийняття рішень щодо відбору пропозицій для фінансування. Це складне завдання, оскільки кожна пропозиція є науково унікальною та походить від різних дослідницьких культур. У результаті в європейських країнах зараз використовується багато різних систем і критеріїв. Для того, щоб колективно розв'язати проблему експертної оцінки, спершу необхідно визначити спільні потреби, які в подальшому стимулюватимуть розробку політики, яка є одночасно конвергентною та взаємодоповнювальною. Після цього можна розробити, пропонувати та впроваджувати узгоджені процедури.

Таблиця 1

## Особливості експертної оцінки інструментів фінансування

| №   | Інструмент                                 | Суть експертизи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Основні критерії оцінки                                                                                                                                                                                                                           | Особливості фінансування                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1   | Індивідуальні наукові проекти <sup>1</sup> | Вивчення та оцінка наукових проєктів, які подають окремі дослідники або науковці для отримання фінансової підтримки на здійснення власних досліджень. Експертиза може проводитися різними організаціями або фінансовими установами, які надають гранти або фінансову підтримку для індивідуальних проєктів. Під час експертизи залучаються незалежні експерти або експертні комітети з відповідних наукових галузей | Наукова якість. Інноваційність. Методологія та план досліджень. Компетентність дослідника. Можливий вплив і практична значущість. Реалізм і фінансова ефективність                                                                                | Лінія фінансування, призначена для пропозицій поданих одним дослідником або групою дослідників однієї команди. Ці пропозиції зазвичай включають лише один набір самодостатніх цілей дослідження, план роботи та бюджет. Цей інструмент спрямований на підтримку найкращих наукових проєктів, які генерують наукову творчість та незалежні дослідження та можуть привести до нових знань, дослідницьких відкриттів та інноваційних рішень                                                                                  |
| 1.1 | Індивідуальні стипендії та програми        | Експертна оцінка зазвичай здійснюється спеціалістами та експертами, які мають досвід у відповідних галузях або дисциплінах. Проєкти можуть відбиратися на конкурсній основі. Критерії, які використовуються для оцінки, можуть варіюватися залежно від мети, призначення та умов конкретної програми або фонду                                                                                                      | Академічні досягнення. Цілі та мотивація. Реалістичність та план розвитку. Потенціал і перспективи. Потенційний вплив на розвиток                                                                                                                 | Університети та дослідницькі організації мають свої програми індивідуальних стипендій або фінансової підтримки для докторантів, постдокторантів, аспірантів і молодих науковців                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.2 | Програми міжнародних наукових обмінів      | Експертна оцінка зазвичай здійснюється спеціалістами та експертами в галузі міжнародної наукової співпраці та мобільності з кожної сторони. Критерії, які використовуються для оцінки, можуть варіюватися залежно від цілей, призначення та умов конкретної програми або організації, яка надає фінансування                                                                                                        | Наукова якість та оригінальність проєкту обміну. Взаємність та вигода для всіх сторін. Потенціал для міжнародної співпраці. Реалізм і план дій. Вплив на кар'єру. Репутація та досвід організатора. Забезпечення рівності. Фінансова ефективність | Фінансування може здійснюватися з різних джерел (державні органи, міжнародні організації, наукові фонди, університети, приватні компанії та інші спонсори). Організації, які займаються організацією програм міжнародних наукових обмінів, можуть отримувати гранти або фінансову підтримку з цих джерел для реалізації своїх проєктів. Деякі програми міжнародного наукового співробітництва надають фінансову підтримку для індивідуальних науковців, які беруть участь у спільних дослідженнях або академічних обмінах |

Продовження таблиці 1

| 1   | 2                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2   | Спільні дослідницькі проекти <sup>2</sup> | Експертна оцінка зазвичай здійснюється спеціалістами та експертами з відповідних наукових галузей або дисциплін. Критерії, які використовуються для оцінки, можуть варіюватися залежно від конкретної програми або організації, яка надає фінансування. Експертна комісія оцінює проекти та рекомендує їх для фінансування                | Актуальність та важливість. Наукова якість та оригінальність проекту. Інноваційність. Реалізовані результати. Методологія та план досліджень. Кваліфікація дослідника та команди. Важливість співпраці та партнерства. Ресурси та інфраструктура. Практичне застосування. Бюджет та фінансова реалізованість                                                                     | Лінія фінансування, призначена для пропозицій, що включають групи заявників, які посилюють національну/ міжнародну співпрацю над конкретними дослідницькими проектами. Фінансування передбачає конкурсний відбір найкращих проектів. Конкурсні програми можуть надавати фінансову підтримку короткострокових досліджень і довгострокових проектів. Фінансування може бути здійснене за підтримки державних органів, наукових фондів, міжнародних організацій або приватних спонсорів |
| 2.1 | Білатеральні наукові програми             | Експерти з обох сторін оцінюють проекти та рекомендують їх для фінансування. Експертиза зазвичай проводиться організаціями або установами, що здійснюють фінансування або координацію цих програм                                                                                                                                         | Наукова якість. Інноваційність. Практична значущість. Комплементарність. Важливість співпраці. Обмін знань і мобільність. Фінансова стійкість та ресурси. Вплив на науку та суспільство. Управління та партнерство                                                                                                                                                               | Білатеральні наукові програми можуть бути ініційовані на рівні держав або організацій і охоплювати різні галузі науки та технологій. Кожна зі сторін підписує угоду або меморандум про співпрацю та фінансують спільні дослідницькі проекти чи обмін академічним персоналом для досягнення спільних наукових цілей                                                                                                                                                                   |
| 2.2 | Програми Європейського Союзу              | Експертна комісія оцінює проекти, які подаються в рамках цих програм, і визначає найкращі проекти для фінансування. Експертиза зазвичай використовується для оцінки проектів і програм, які фінансуються або координуються Європейським Союзом. Критерії експертизи можуть відрізнятися залежно від конкретної програми або ініціативи ЄС | Наукова якість. Важливість та актуальність. Інноваційність та потенціал комерціалізації. Фінансова ефективність. Технічна реалізованість. Спроможність здійснення проекту. Перспективність та стійкість результатів. Управління та партнерства. Практичний вплив і поширення результатів. Розвиток навичок і підтримка молодих дослідників. Вплив на сталість і зелений розвиток | Програми фінансуються з різних джерел, включаючи Європейський Союз, його учасників та інші партнерські організації. Європейська Комісія надає фінансування для таких програм, як "Горизонт 2020"; "Горизонт Європа"; Європейський інструмент судства та розширення (EICP); Космос Європейського Союзу; Європейська рада з досліджень (ЕРД); ERASMUS +, Європейська інформаційна та комунікаційна технологія                                                                          |

Продовження таблиці 1

| 1        | 2                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                                                                                                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3</b> | <b>Можливості розвитку кар'єри<sup>3</sup></b> | <b>Експертиза спрямована на виявлення та оцінку чинників, які можуть впливати на кар'єрне зростання та успіх індивіда або команди. Під час експертної оцінки заявок зазвичай залучаються незалежні експерти або спеціалісти, які мають досвід у відповідних сферах діяльності чи управління персоналом</b>                                                                                                                                                                          | <b>Релевантність та актуальність. План розвитку. Імпакт і перспективи. Лідерські навички та саморозвиток. Здатність до реалізації</b>                                                                                        | <b>Фінансування спрямоване на розвиток наукової чи академічної кар'єри окремих дослідників або наукових груп. Цей інструмент допомагає забезпечити фінансову підтримку та надати ресурси для проєктів, які сприяють професійному зростанню, підвищенню кваліфікації, навчанню, стажуванню, розвитку лідерських якостей і кар'єрних перспектив</b> |
| 3.1      | Розвиток лідерських навичок                    | Експертиза проводиться для оцінки проєктів або програм, спрямованих на підвищення лідерської компетентності та розвитку керівницьких здібностей учасників. Цей процес оцінки допомагає визначити, які проєкти надають найефективніші можливості для розвитку лідерських навичок і сприяють професійному зростанню учасників                                                                                                                                                         | Відповідність програми потребам учасників. Оцінка цілей і мети проєкту. Оцінка методів навчання. Результати та вимірювання успішності. Досвід і кваліфікація тренерів. План впровадження навичок. Зіставлення з конкуренцією | Фінансування може підтримувати участь дослідників у тренінгах і програмах розвитку лідерських навичок, що сприятиме їхньому кар'єрному зростанню та здатності до керівництва науковими проєктами                                                                                                                                                  |
| 3.2      | Навчальні програми та тренінги                 | Експертиза проводиться з метою оцінки якості й ефективності навчальних програм, майстер-класів, тренінгів або інших освітніх заходів. Цей процес оцінки допомагає визначити, які програми та тренінги найкраще відповідають потребам аудиторії та мають потенціал надати корисні знання, навички та практичний досвід учасникам. Результати експертизи та подальшого аналізу допомагають обрати найкращі навчальні програми та тренінги для підтримки та розвитку кар'єри учасників | Аналіз навчальних програм. Перевірка кваліфікації викладачів. Оцінка методів навчання. Задіяння аудиторії. Вимірювання результатів. Задоволеність учасників                                                                  | Фінансування може бути спрямоване на організацію навчальних програм, майстер-класів і тренінгів для дослідників із метою підвищення їхніх професійних навичок та збільшення можливостей для кар'єрного зростання                                                                                                                                  |
| 3.3      | Мобільність та стажування                      | Експертиза проводиться для оцінки проєктів, які сприяють міжнародній мобільності науковців і дослідників, а також стажуванням в іноземних наукових установах або компаніях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Актуальність та мотивація. Якість наукового проєкту. Репутація приймаючої установи. Професійний розвиток. План впровадження результатів.                                                                                     | Фінансування спрямоване для допомоги дослідникам у здійсненні міжнародної мобільності, участі в стажуваннях або обміні знань з іншими науковими групами, що допомагає розширити їхні професійні можливості та розвиток кар'єри                                                                                                                    |

Закінчення таблиці 1

| 1 | 2                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                           | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                     | Цей процес оцінки допомагає визначити, які проекти мають великий потенціал для збільшення міжнародних зав'язків, обміну знаннями та підвищення наукового рівня дослідників. Після проведення експертизи найкращі проекти мобільності та стажування визначаються для фінансової підтримки                                                                                                                                        | Зіставлення з конкуренцією. Оцінка плану мобільності                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4 | Створення центрів або розширення наукових мереж <sup>4</sup>        | Під час експертної оцінки заявок на отримання фінансування зазвичай залучаються незалежні експерти або спеціалісти з великим досвідом у відповідних наукових галузях. За результатами експертизи визначаються найкращі проекти для отримання фінансування, що допомагає підтримати створення та розвиток провідних дослідницьких центрів або мереж зі значним потенціалом для досягнення наукових інновацій та реального впливу | Стратегія розвитку мережі. Здатність до досягнення результатів. Вплив на наукову спільноту. Перспективність та сталість. Науковий потенціал. Методологічний підхід. Практична значущість. Здатність до здійснення. Партнерство та співпраця | Цей інструмент фінансування покликаний підтримувати створення та розвиток центрів або мереж, які об'єднують експертів із різних сфер і спрямовані на розв'язання важливих наукових, технологічних або соціальних викликів, що допомагає об'єднувати науковців, дослідницькі групи та установи, щоб сприяти обміну знань, співпраці й розвитку наукової спільноти. Лінія фінансування призначена для пропозицій, поданих великою групою дослідників, і спрямована на створення інституційних, регіональних центрів або мереж для певних сфер досліджень; сприяння взаємодії дослідників у формі зустрічей, конференцій, семінарів, обміну візитами тощо |
| 5 | Створення або розширення дослідницької інфра-структури <sup>5</sup> | Під час експертної оцінки заявок на отримання фінансування зазвичай залучаються незалежні експерти або спеціалісти великим досвідом у відповідних наукових галузях або технічних дисциплінах. Результати експертизи допомагають узгодити і визначити стратегічний план для створення чи розширення дослідницької інфра-структури, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів і досягнення максимального наукового впливу     | Новаторство. Компетентність заявника. Вплив на наукову спільноту. Потреба в інфраструктурі. Стратегія розвитку. Технічна та наукова обґрунтованість. Потенціал для інновацій. Імпакт на науковий розвиток. Фінансова ефективність           | Лінія фінансування, призначена для фінансування розвитку, вдосконалення, підтримки та/або експлуатації дослідницької інфраструктури. Фінансування є механізмом підтримки проектів або програм, спрямованих на розвиток і вдосконалення науково-технічної інфраструктури та інновацій. Цей інструмент допомагає покращити доступ до необхідних наукових ресурсів, обладнання, технологій, а також іншої інфраструктури, що сприяє науковим дослідженням та інноваціям                                                                                                                                                                                   |

Примітка: таблиця сформована на основі власних досліджень автора: <sup>1</sup> [20; 21]; <sup>2</sup> [22]; <sup>3</sup> [22–28]; <sup>4</sup> [29–31]; <sup>5</sup> [32–36].

Таблиця 2

Джерела фінансування дослідницьких ініціатив та особливості їх експертизи

| № | Інструмент                                          | Суть експертизи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Основні критерії оцінки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Особливості фінансування                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1 | Гранти наукових фондів <sup>1</sup>                 | Експертиза зазвичай здійснюється експертами чи експертними комісіями, складеними з представників різних держав із відповідних наукових галузей або дисциплін. Експертні комісії оцінюють подані заявки та роблять відбір проектів для фінансування. Критерії, які використовуються для оцінки, можуть змінюватися залежно від мети та політики конкретного наукового фонду або організації, яка надає фінансування | Відповідність меті та пріоритетам фонду. Наукова якість та науковий вплив. Інноваційність. Важливість та актуальність. Важливість співпраці. Доцільність партнерства. Комплементарність компетенцій. Ресурси та інфраструктура. Потенціал для досягнення результатів. Мобільність та обмін знань. Ефективність та вплив. Методологія та план досліджень. Потенційний вплив і значущість. Досягнення запланованих результатів. Фінансова ефективність. Партнерство та співпраця. Перспективи сталого розвитку | Національні та міжнародні наукові фонди надають фінансову підтримку для реалізації наукових проектів, які подають дослідники, науковці, університети або дослідницькі організації. Зазвичай фонди фінансують дослідження в різних галузях науки та досліджень                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2 | Гранти на передачу та поширення знань <sup>2</sup>  | Під час експертної оцінки заявок на отримання грантів на передачу та поширення знань, зазвичай залучаються незалежні експерти чи журі з великим досвідом у відповідних наукових галузях або сферах діяльності                                                                                                                                                                                                      | Передача та поширення знань. Інноваційний потенціал. Здатність до реалізації. Співпраця та партнерства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Це спосіб фінансової підтримки проектів або програм, які спрямовані на передачу знань і результатів досліджень з одного контексту в інший, або поширення цих знань серед широкого кола зацікавлених сторін. Цей інструмент сприяє активному обміну знань та перетворенню наукової інформації в рішення або інновації, які можна застосовувати на практиці. Лінія фінансування, призначена для проектів, що підтримують передачу результатів науки в промисловість або інші приватні/державні сектори |
| 3 | Венчурний капітал і приватні інвестори <sup>3</sup> | Експертна оцінка здійснюється фахівцями, які мають досвід у фінансовому секторі, венчурних інвестиціях і стартап-компаніях. Критерії, які використовуються для оцінки проектів і компаній, що залучають венчурний капітал або ресурси приватних інвесторів, можуть варіюватися залежно від стратегій та цілей окремих інвесторів.                                                                                  | Потенційний ринковий розмір. Інноваційність та унікальність продукту або технології. Технічна і комерційна доцільність. Досвід та компетенції команди. Потенційний вплив і зростання. Конкурентоспроможність. Фінансові показники. Оцінка ризиків                                                                                                                                                                                                                                                            | Фінансування відбувається через інвестиційні фонди, індивідуальних інвесторів, ангелів-інвесторів та інші фінансові структури. Головна мета цього фінансування: підтримка стартапів і молодих інноваційних компаній з метою зростання їхнього бізнесу і досягнення успіху на ринку; збільшення власного капіталу індивідуальними інвесторами                                                                                                                                                         |

Закінчення таблиці 2

| 1 | 2                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                               | 5                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                  | Приватні інвестори та венчурні капіталісти можуть використовувати експертну оцінку для визначення перспективності та ризику інвестування в такі проекти                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4 | Стипендії та гранти для дослідників <sup>4</sup> | Експертиза проводиться з метою відбору найкращих проектів і дослідників для фінансової підтримки у вигляді стипендій або грантів. Цей процес зазвичай передбачає декілька етапів, де експерти оцінюють заявки та визначають, які проекти мають найбільший науковий і соціальний вплив. Формується експертна комісія чи журі, яке складається з визначених експертів із відповідної наукової галузі або дисципліни. Ці експерти мають високу кваліфікацію та досвід у своїй сфері | Науковий потенціал. Оригінальність та інноваційність. Методологія та план досліджень. Соціальний або науковий вплив. Відповідність меті програми або гранту. Здатність до виконання. Бюджет і ресурси. Партнерство та співпраця | Фінансування може надаватися дослідникам на підтримку їхньої наукової діяльності та допомогу в розвитку кар'єри. Це можуть бути стипендії для аспірантів, постдокторантів, наукових співробітників і молодих науковців                                   |
| 5 | Основні призи або нагороди <sup>5</sup>          | Під час експертної оцінки заявок на отримання фінансування зазвичай залучаються експерти з відповідних галузей або сфер діяльності. Зазвичай оцінювання проводить експертна комісія в кожній науковій категорії. Рішення про фінансування приймається у випадку 100 % голосування. У разі спірних питань або нічиєї остаточне рішення приймає голова експертної комісії                                                                                                          | Інноваційність та оригінальність. Потенціал досягнення мети. Концепція та план реалізації. Соціальна, культурна або економічна значущість. Досвід і кваліфікація команди                                                        | Лінія фінансування призначена для винагороди за видатний внесок окремого дослідника та/або групи дослідників. Фінансування проектів або програм, які змагаються за призи або нагороди в наукових, технологічних, культурних, соціальних або інших сферах |

**Примітка:** таблиця сформована на основі власних досліджень автора: <sup>1</sup> [37–40]; <sup>2</sup> [41–43]; <sup>3</sup> [44–48]; <sup>4</sup> [28; 49–52]; <sup>5</sup> [53–57].

Розробка загальних систем експертної оцінки була б корисною та надійною для всіх фінансових агентств [18].

Незалежно від характеру інструменту фінансування (обсяг, цілі та цільові заявники), час і частота конкурсу можуть відрізнятися від організації до організації, або від програми до програми. У цьому сенсі можна передбачити два варіанти будь-якого типового інструменту фінансування:

1) коли заявники подають свої пропозиції на конкурс із фіксованою тривалістю та зазначеною датою його відкриття. Фінансування в такому разі — це фінансування в “керованому режимі”;

2) коли конкурс пропозицій постійно відкритий. Фінансування в такому випадку відоме у деяких дослідницьких радах як фінансування в “режимі реагування” [там само].

Іншим варіантом більшості типових інструментів фінансування можна вважати нетематичні (відкриті) і тематичні конкурси. Нетематичні конкурси — це змагання, де учасники можуть подавати різноманітні роботи чи проекти без обмежень конкретною тематикою і водночас мати велику свободу вибору тем своїх робіт. Фінансування нетематичних проектів залежатиме від унікальності, цінності та потенційних переваг самого проекту, а також від здатності ефективно представити ці аспекти потенційним інвесторам. Тематичні конкурси — це змагання, на яких учасники подають свої роботи чи проекти спрямовані на розв’язання конкретної тематичної проблеми чи завдання в рамках певної сфери або галузі. Зазвичай теми визначені фінансовими агентствами на основі власної наукової політики і стратегії. Особливість фінансування тематичних проектів полягає в тому, що

вони мають більше можливостей для отримання фінансування від спеціалізованих джерел, які розуміють цінність і потенціал у розв'язанні конкретних завдань у відповідній галузі [58–60].

У процесі експертної оцінки пропозицій вони класифікуються на “монодисциплінарні” та “мультидисциплінарні”. У деяких програмах немає конкретних механізмів оцінки, що стосуються мультидисциплінарних пропозицій, тоді як інші інструменти можуть бути розроблені спеціально для сприяння та управління такими видами досліджень. На сьогодні в спеціалізованій літературі тривають дискусії щодо єдиних підходів до експертної оцінки різних типів мультидисциплінарних досліджень. Наведемо ключові аспекти цих дискусій. Мультидисциплінарні дослідження часто використовують різні методи з різних галузей знань, тому дискусії стосовно єдиного підходу можуть зосереджуватися на інтеграції цих методів для отримання комплексного розуміння досліджуваної проблеми. Мультидисциплінарні дослідження можуть включати як кількісні, так і якісні дані. Дискусії можуть відбуватися навколо того, як ефективно поєднати та порівнювати ці різноманітні дані. Для мультидисциплінарних досліджень важливим є залучення експертів і спеціалістів різних галузей. Дискусії можуть стосуватися того, як забезпечити об'єктивну оцінку, враховуючи різні точки зору та покращити спільну роботу і обмін знаннями. Дискусії щодо визначення успіху мультидисциплінарних досліджень можуть стосуватися розробки адекватних метрик і підходів до оцінки впливу. Ці дискусії сприяють розвитку кращих практик і методів оцінки мультидисциплінарних досліджень, а також сприяють обґрунтованому підходу до їхнього розв'язання [61].

Європейським науковим товариством визначено п'ять елементів (основ) належної практики в побудові експертної перевірки: керівні принципи; структура управління; забезпечення якості; інтеграція процесів і методологія. Ці елементи гарантуватимуть, що загальні процеси, процедури та операційні рішення, будуть високого рівня якості, справедливої та публічної підзвітності, не будучи надмірно жорсткими, бюрократичними, неефективними та дорогими. Це ключові керівні принципи, яких необхідно дотримуватися, щоб досягти надійної, справедливої та ефективної експертної оцінки [с. 12, 18].

Керівні принципи були визначені та використані різними організаціями, які займаються експертною перевіркою. Попри те, що існує значна подібність між різними наборами цих принципів, існують також невеликі відмінності в їхньому обсязі та формулюваннях. Набір керівних принципів, які закріплюють стандарти Рамкових

угод експертної оцінки для спільних програм ЄС включають: відмінність, неупередженість, прозорість, відповідність призначенню, ефективність і швидкість, конфіденційність, етичні міркування та міркування чесності. Ці принципи сприяють забезпеченню високої якості та надійності оцінювання.

Іншою складовою для досягнення та підтримки належної практики експертної оцінки є наявність сильного управління. Ефективність, ясність і простота — це деякі з ключових характеристик належної структури управління. Структура управління покликана забезпечити подання заявок відповідно до встановлених стандартів і у визначені терміни.

Нижче наведено деякі з ключових атрибутів надійного й ефективного управління:

- ідентифікація відповідних суб'єктів і роз'яснення обсягу та рівнів їхньої відповідальності (наприклад, осіб, які приймають рішення; таких клієнтів, як дослідники та громадськість; таких зацікавлених сторін, як регіональні чи національні уряди);
- визначення ролей і обов'язків ключових дійових осіб: керівників програм, керівних комітетів, експертних груп, інших груп із питань прийняття рішень або консультацій (наприклад, комісії або комітети з питань етики, моніторингу), читачів, зовнішніх спостерігачів тощо;
- визначення та поширення ключових процесів прийняття рішень і процесів затвердження;
- визначення та поширення процедур для здійснення безперервного вдосконалення шляхом внесення відповідних змін до процесу;
- наявність та ефективний розподіл необхідних ресурсів (фінансових, людських, технічних, інфраструктури тощо);
- положення та кодекс (за можливості) поведінки для всіх учасників (умови призначення, угода про конфіденційність, декларація про конфлікт інтересів, кодекс доброчесності тощо) [с. 16, 18].

Іншою важливою опорою для забезпечення належної практики є прийняття чітких засобів забезпечення якості в усіх відповідних аспектах процесу та операцій.

Для забезпечення якості процесу та процедур необхідно контролювати та вимірювати якість основних продуктів і послуг, що надаються, відповідно до відомих критеріїв і показників. Для моніторингу якості можуть використовуватися такі елементи:

- співробітники з чіткими повноваженнями в організації;

- окремий офіс в організації;
- спеціальні комітети або ради за межами організації.

Згідно з опитуванням практики експертної перевірки, якість системи експертної перевірки часто забезпечується зовнішніми спеціальними або постійними комітетами (47,7 % респондентів) або групою співробітників із чітким мандатом (46,7 % респондентів). Лише 6,7 % респондентів повідомили, що в їхній організації є спеціальний офіс із чітким мандатом щодо забезпечення якості [с. 15, 18].

Суть інтеграції процесів полягає в тому, що всі науково-дослідні установи (фінансуючі та виконавські організації, а також академії та університети) мають сприяти реалізації відповідних досліджень і належної дослідницької практики, а також забезпечувати чесність своєї поведінки. Фінансуючі організації та рецензенти не повинні жодним чином дискримінувати заявників на основі статі, віку, етнічного, національного чи соціального походження, релігії чи переконань, сексуальної орієнтації, мови, інвалідності, політичних поглядів, соціального чи економічного стану. Ефективна та прозора комунікація є ключовим елементом у захисті цілісності будь-якої багатосторонньої системи, зокрема експертної оцінки. Вказівки щодо доброчесності допомагають усім залученим сторонам.

Останньою важливою опорою для досягнення належної практики експертної перевірки є фактично прийняті методології та підходи до проведення експертної перевірки.

Таким чином, стаття пропонує науковий аналіз, що збагачує знання про процеси фінансування та експертизи наукових проєктів, а також сприяє вдосконаленню практичних підходів у сфері науково-дослідної діяльності. Оцінка відповідності практик експертної оцінки може бути значущою лише тоді, коли розглядається в контексті конкретних програм або інструментів фінансування, до яких вони мають застосовуватися. Отже, для встановлення спільних підходів і розуміння практик експертної оцінки необхідно встановити спільні визначення та значення в контексті, у якому вони будуть використовуватися. Цей контекст визначається різними можливостями фінансування з конкретними цілями, які розробили різні організації, щоб відібрати конкурентні пропозиції та розподілити фінансування на основі заслуг, використовуючи чітко визначені цілі та критерії відбору.

## ВИСНОВКИ

Детальний аналіз, розширення та уточнення спектра різних інструментів фінансування (індивідуальні наукові проєкти, спільні дослідницькі

проєкти, можливості розвитку кар'єри, створення центрів або розширення наукових мереж, створення або розширення дослідницької інфраструктури) дозволяє розкрити важливі аспекти кожного з них, збільшити розуміння наукової спільноти щодо різних можливостей залучення коштів. Детальне висвітлення процедури експертизи для кожного інструменту робить статтю практично корисною для дослідників, які прагнуть ефективно взаємодіяти з фінансовими організаціями та сприяє подальшому розумінню та покращенню системи управління науковими проєктами.

Аналіз праць науковців і вчених з українського та зарубіжного осередку підсилює значущість дійсного дослідження, показуючи активний інтерес глобальної наукової спільноти до проблем фінансування та експертизи наукових проєктів. Окрім того, вказано на вагомість роботи Європейського наукового фонду в сфері експертної оцінки, що підтверджує важливість теми та потребу в розвитку наукової політики та практик в Європі.

Наукова новизна полягає в розгляді різноманітних інструментів фінансування з додатковою деталізацією та уточненням критеріїв, що характеризують експертизу та фінансування в кожному конкретному випадку.

У цій статті вперше було розглянуто та систематично проаналізовано широкий спектр інструментів фінансування наукових проєктів із додатковим акцентом на їхніх критеріях експертизи та особливостях фінансування. Цей підхід дав змогу більш детально вивчити різноманітні можливості для науковців та дослідників отримати фінансову підтримку для реалізації своїх ідей і досліджень. Ця робота розширює розуміння процесу фінансування дослідницьких ініціатив і сприяє розробленню ефективних стратегій залучення ресурсів.

Додатковою цінністю є зіставлення інструментів фінансування, що допомогло зрозуміти взаємозв'язок між експертизою, критеріями відбору й ефективністю фінансування. Такий аналітичний підхід допомагає науковцям та управлінцям більш обґрунтовано обирати оптимальні шляхи для отримання фінансової підтримки та успішної реалізації власних наукових ініціатив. Це важливий внесок у розвиток наукової спільноти, оскільки допомагає налагодити більш ефективну співпрацю між дослідниками та джерелами фінансування, підвищити рівень якості проєктів і забезпечити їхню успішну реалізацію. Таким чином, пропонована увазі стаття значно поглиблює теоретико-методологічний апарат у сфері фінансування та експертизи наукових проєктів. Результати цього дослідження

можуть бути використані як цінна інформація дослідниками, науковцями, університетами, науковими організаціями та урядовими структурами, діяльність яких зосереджена у сфері розвитку науки та інновацій.

Практичне значення результатів роботи полягає в тому, що вони можуть бути використані для розробки більш обґрунтованих рішень щодо вибору джерел фінансування, участі в конкурсах, взаємодії з експертами, спеціалістами та організаціями, які здійснюють експертну оцінку проектів. Такий підхід має сприяти підвищенню якості наукових досліджень, розвитку інновацій та позитивному впливу на науковий розвиток суспільства.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про наукову і науково-технічну діяльність [Електронний ресурс]: Закон України від 13 груд. 2022 р. № 2849-IX. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text>.
2. Юрченко Т. А. Фонд НДДКР і захищених дисертацій, 2012–2022: статистика, аналітика, тенденції [Електронний ресурс] / Т. А. Юрченко. — Київ : УкрІНТЕІ, 2023. — Режим доступу: <http://surl.li/kfbho>.
3. Боголіб Т. М. Модель фінансування й організація діяльності вищого навчального закладу [Електронний ресурс] / Т. М. Боголіб // Фінанси України. — 2009. — № 8. — С. 40–50. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu\\_2009\\_8\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu_2009_8_5).
4. Бугай В. З. Аспекти бюджетування в управлінні господарською діяльністю на підприємства / В. З. Бугай, А. В. Бугай, Ю. Ю. Ренгевич // Вісник Запорізького національного університету. — 2010. — № 4 (8). — С. 10–16.
5. Бугай В. З. Основні напрями збереження фінансової стійкості підприємства в умовах кризи / В. З. Бугай, Е. О. Резанов // Економічний простір. — 2019. — № 142. — С. 112–122.
6. Нагорний Є. О. Удосконалення системи моніторингу та контролю при реалізації проектів ДПП в Україні [Електронний ресурс] / Є. О. Нагорний // Інтелект XXI. — 2018. — № 6. — С. 127–132. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/int\\_XXI\\_2018\\_6\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/int_XXI_2018_6_27).
7. Нагребельний В. П. Вдосконалювати координацію фундаментальних правових досліджень / В. П. Нагребельний // Правова держава: щорічник наукових праць. — 2010. — Вип. 21. — С. 590–593.
8. Оцінка втрат українського бізнесу внаслідок війни та ключові напрямки відновлення вітчизняної економіки у післявоєнний час / Н. С. Скопенко, І. В. Євсєєва-Северина, О. М. Кириченко, С. М. Ніколаєнко // Інвестиції: практика та досвід. — 2023. — № 4. — С. 11–18. — <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.4.11>.
9. Coccia M. Optimization in R&D intensity and tax on corporate profits for supporting labor productivity of nations / Mario Coccia // The Journal of Technology Transfer. Springer US. — 2018. — No. 43. — P. 792–814. — <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9572-1>.
10. Coccia M. Radical innovations as drivers of breakthroughs: characteristics and properties of the management of technology leading to superior organisational performance in the discovery ... / Mario Coccia // Technology Analysis & Strategic Management. Routledge. — 2016. — No. 28. — P. 381–395. — <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1095287>.
11. Coccia M. The theory of technological parasitism for the measurement of the evolution of technology and technological forecasting / M. Coccia // The theory of technological parasitism for the measurement of the evolution of technology and technological forecasting. North-Holland. — 2019. — No. 141. — P. 289–304. — <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.012>.
12. Falavigna G. Industrial spatial dynamics, financial health and bankruptcy: Evidence from Italian manufacturing industry / G. Falavigna, R. Ippoliti // Economia e Politica Industriale. — 2018. — No. 45. — P. 533–554. — <https://doi.org/10.1007/s40812-018-0102-4>.
13. Falavigna G. The influence of financial and technological structure on eco-efficiency: An application of DDF bootstrapped framework in the Italian polluting industries / G. Falavigna, A. Manello // International Journal of Computational Economics and Econometrics. Inderscience Publishers (IEL). — 2023. — No. 13. — P. 35–60. — <https://doi.org/10.1504/ijcee.2023.127290>.
14. Bloch C. The size of research funding: Trends and implications / C. Bloch, M. P. Sørensen // Science and Public Policy. — 2014. — No. 42. — P. 30–43. — <https://doi.org/10.1093/scipol/scu019>.
15. Aagaard K. Concentration or dispersal of research funding? / K. Aagaard, A. Kladakis, M. W. Nielsen // Quantitative Science Studies. — 2019. — No. 1. — P. 117–149. — [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00002](https://doi.org/10.1162/qss_a_00002).
16. Madsen E. B. Concentration of Danish research funding on individual researchers and research topics: Patterns and potential drivers / E. B. Madsen, K. Aagaard // Quantitative Science Studies. — 2020. — No. 1. — P. 1159–1181. — [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00077](https://doi.org/10.1162/qss_a_00077).
17. The Drawbacks of Project Funding for Epistemic Innovation: Comparing Institutional Affordances and Constraints of Different Types of Research Funding / T. Franssen, W. Scholten, L. K. Hessels, S. de Rijcke // Minerva. — 2018. — No. 56. — P. 11–33. — <https://doi.org/10.1007/s11024-017-9338-9>.
18. European Peer Review Guide: Integrating Policies and Practices into Coherent Procedures [Electronic resource]. — 2011. — Access mode: [https://www.esf.org/fileadmin/user\\_upload/esf/European\\_Peer\\_Review\\_Guide\\_2011.pdf](https://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/European_Peer_Review_Guide_2011.pdf). — <https://doi.org/10.22163/feval.2011.121>.
19. Поєдинок Н. Л. Аналітичний огляд організації науково-технічної експертизи проектів та відбору інновацій у країнах Європи / Н. Л. Поєдинок // Наука технології, інновації. — 2017. — № 3. — С. 23–29.
20. Xu H. Devising an Individually Oriented Method for Selection of Scientific Activity Subjects for Implementing Scientific Projects Based on Scientometric Analysis [Electronic resource] / H. Xu, A. Kuchansky, M. Gladka // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2022. — Vol. 6. — No. 3 (114). — P. 93–100. — <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248040>.
21. Selling science 2.0: What scientific projects receive crowdfunding online? [Electronic resource] / Mike S. Schäfer, Julia Metag, Jessica Feustle, Livia Herzog // Sage journals. — 2018. — Vol. 27. — Issue 5. — P. 496–514. — Access mode: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/0963662516668771>. — <https://doi.org/10.1177/0963662516668771>.

22. How We Make Funding Decisions [Electronic resource] // National Science Foundation. — Access mode: <https://new.nsf.gov/funding/merit-review>.
23. Patton W. The systems theory framework of career development: 20 years of contribution to theory and practice [Electronic resource] / W. Patton, M. McMahon // Australian Journal of Career Development. — 2015. — No. 24 (3). — P. 141–147. — Access mode: <https://eprints.qut.edu.au/93732/3/93732.pdf>. — <https://doi.org/10.1177/1038416215579944>.
24. Patton W. Career development and systems theory: Connecting theory and practice [Electronic resource] / W. Patton, M. McMahon. — Rotterdam / Boston / Taipei : Sense publishers, 2014. — 475 p. — Access mode: <http://surl.li/kdxzv>. — [https://doi.org/10.1163/9789004466210\\_015](https://doi.org/10.1163/9789004466210_015).
25. Gifford R. Dissonance and Engagement: Case Study of an International VET Project [Electronic resource] / Ryan Gifford. — Melbourne : College of Arts and Education Victoria University, 2023. — 222 p. — Access mode: [https://vuir.vu.edu.au/45875/1/GIFFORD\\_Ryan-Thesis.pdf](https://vuir.vu.edu.au/45875/1/GIFFORD_Ryan-Thesis.pdf).
26. Cross-cultural perspectives in career development [Electronic resource] // Career Development and Counseling. — 2019. — Access mode: [https://uk.sagepub.com/sites/default/files/upm-assets/95395\\_book\\_item\\_95395.pdf](https://uk.sagepub.com/sites/default/files/upm-assets/95395_book_item_95395.pdf).
27. National Institutes of Health. Research Training and Career Development [Electronic resource]. — Access mode: <https://researchtraining.nih.gov/>.
28. Profession Finder [Electronic resource] // Total Professions. — Access mode: <http://surl.li/kdyhv>.
29. Trench B. Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology [Electronic resource] / B. Trench, M. Bucchi. — Routledge, 2021. — Access mode: <http://surl.li/kdxxf>. — <https://doi.org/10.4324/9781003039242>.
30. Europe and Scandinavia [Electronic resource] // Cafe scientifique. — Access mode: <http://cafescientifique.org/europe-and-scandinavia>.
31. AbuAlnaaj K. A Strategic Framework for Smart Campus [Electronic resource] / K. AbuAlnaaj, V. Ahmed, S. Saboor // IEOM Society International. — 2020. — Access mode: <http://www.ieom-society.org/ieom2020/papers/488.pdf>.
32. Hrušák J. European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) — Roadmap 2021 Update [Electronic resource] / Jan Hrušák. — 2021. — Access mode: <https://www.esfri.eu/>.
33. Research and innovation [Electronic resource] // European Commission. — Access mode: [https://commission.europa.eu/research-and-innovation\\_en](https://commission.europa.eu/research-and-innovation_en).
34. Supporting the Transformative Impact of Research Infrastructures on European Research [Electronic resource]. — Luxembourg : Publication Office of the European Union, 2020. — Access mode: <http://surl.li/kdxvf>.
35. Very large research infrastructures. Policy issues and options [Electronic resource] // OECD iLibrary. — 2023. — Access mode: <http://surl.li/kdxvk>.
36. Our Expertise [Electronic resource] // UNESCO. — Access mode: <https://www.unesco.org/en/our-expertise>.
37. Funding [Electronic resource] // NIH Grants & Funding. — Access mode: <https://grants.nih.gov/funding/index.htm>.
38. Get EU funding for your research and innovation [Electronic resource] // Spinverse. — Access mode: <http://surl.li/kadru>.
39. European Funding Guide. Find money for your education [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.european-funding-guide.eu/>.
40. SciVal Grants [Electronic resource] // Elsevier. — Access mode: <https://beta.elsevier.com/products/scival/grants?trial=true>.
41. Doing business Funding [Electronic resource] // ABA invest work film. — Access mode: <http://surl.li/kadxk>.
42. ERASMUS+ Program [Electronic resource] // Wyższa Szkoła Biznesu National Louis University. — Access mode: <http://surl.li/kadzz>.
43. Marie Skłodowska-Curie Actions Developing talents, advancing research: Funding opportunities [Electronic resource] // European Commission. — Access mode: <https://marie-sklodowska-curie-actions.ec.europa.eu/funding>.
44. Investments [Electronic resource] // Venture Capital Firms — Access mode: <https://level2.vc/investments/>.
45. AngelList Talent is now Wellfound [Electronic resource] // Wellfound. — Access mode: <https://wellfound.com/>.
46. Y Combinator: Why Y Combinator? [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.ycombinator.com/>.
47. Inside a Techstars Accelerator [Electronic resource] // Techstars. — Access mode: <https://www.techstars.com/accelerator-hub>.
48. Search Companies [Electronic resource] // Crunchbase. — Access mode: <https://www.crunchbase.com>.
49. European Research Council [Electronic resource]. — Access mode: <https://erc.europa.eu/homepage>.
50. Newsletter [Electronic resource] // Fulbright Poland. — Access mode: <https://fulbright.edu.pl/newsletter/>.
51. Get matched to Scholarships that fit you [Electronic resource] // Scholarships. — Access mode: <https://www.scholarships.com/>.
52. Discover new ways to help pay for school [Electronic resource] // Fastweb. — Access mode: <https://www.fastweb.com/financial-aid>.
53. Nobel prizes and laureates [Electronic resource] // The Nobel Prize. — Access mode: <https://www.nobelprize.org/prizes/>.
54. Breakthrough of the Year [Electronic resource]. — Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Breakthrough\\_of\\_the\\_Year](https://en.wikipedia.org/wiki/Breakthrough_of_the_Year).
55. Awards. What is the Royal Society's medals and awards programme? [Electronic resource] // The Royal Society. — Access mode: <https://royalsociety.org/grants-schemes-awards/awards/>.
56. Awards [Electronic resource] // Nature. — Access mode: <https://www.nature.com/nature/awards>.
57. Welcome to Scientific Societies [Electronic resource] // Scientific Societies. — Access mode: <https://www.scientificsocieties.org/>.
58. Відкриті конкурси Програми ЄС "Цифрова Європа" (2021–2027) [Електронний ресурс] // Дія. — Режим доступу: <https://business.diaa.gov.ua/program-open-calls>.
59. Конкурси грантів [Електронний ресурс] // Фонд Східна Європа. — Access mode: <https://eef.org.ua/konkursy-grantiv/>.
60. Відповіді на поширені запитання щодо відкритих грантових конкурсів [Електронний ресурс] // Єднання. — Режим доступу: <http://surl.li/kdzmw>.
61. Агапова О. В. Міждисциплінарність в українському дослідницькому просторі як домінанта наукових інновацій [Електронний ресурс] / О. В. Агапова // Український дослідницький простір в умовах війни: адаптація й перезавантаження технічних і юридичних наук. — Харків-Рига, 2022. —

Режим доступу: <https://dspace.library.khai.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/2759/Agapova.pdf?sequence=1>.

## REFERENCES

1. Pro naukovu i naukovo-tekhnichnu diialnist Zakon Ukrainy № 2849-IX vid 13.12.2022 r. [Law of Ukraine No. 2849-IX dated 13.12.2022 on scientific and scientific and technical activities]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> [in Ukr.].
2. Yurchenko, T. A. (2023). Fond NDDKR i zakhyshchenykh dysertatsii, 2012-2022: statystyka, analityka, tendentsii [The Fund for R&D and defended dissertations, 2012-2022: statistics, analytics, trends]. Retrieved from: <http://surl.li/kfbho> [in Ukr.].
3. Boholib, T. M. (2009). Model finansuvannia y orhanizatsiia diialnosti vyshchoho navchalnoho zakladu [Model of financing and organization of activities of a higher educational institution]. *Finansy Ukrainy* [Finances of Ukraine]. 8, 40–50. Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu\\_2009\\_8\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu_2009_8_5) [in Ukr.].
4. Buhai, V. Z., Buhai, A. V., & Renhevyh, Yu. Iu. (2010). Aspekty biudzhetuвання v upravlinni hospodarskoiu diialnistiu na pidpriemstva [Aspects of budgeting in the management of economic activity at enterprises]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of Zaporizhzhya National University]. 4 (8), 10–16. [in Ukr.].
5. Buhai, V. Z., & Riezanov, E. O. (2019). Osnovni napriamy zberezhennia finansovoi stiikosti pidpriemstva v umovakh kryzy [The main directions of maintaining the financial stability of the enterprise in crisis conditions]. *Ekonomichnyi prostir* [Economic space]. 142, 112–122. [in Ukr.].
6. Nahorni, Ye. O. (2018). Udoshkonalennia systemy monitorynhu ta kontroliu pry realizatsii proektiv DPP v Ukraini [Improving the system of monitoring and control during the implementation of PPP projects in Ukraine]. *Intelekt XXI* [Intelligence XXI]. 6, 127–132. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/int\\_XXI\\_2018\\_6\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/int_XXI_2018_6_27) [in Ukr.].
7. Nahrebelnyi, V. P. (2010). Vdoskonaliuvaty koordinatsiiu fundamentalnykh pravovykh doslidzhen [To improve the coordination of fundamental legal research]. *Pravova derzhava* [Constitutional state]. 21, 590–593. [in Ukr.].
8. Skopenko, N. S., Yevsieieva-Severyna, I. V., Kyrychenko, O. M., & Nikolaienko, S. M. (2023). Otsinka vtrat ukraïnsko-ho biznesu vnaslidok viiny ta kliuchovi napriamky vidnovlennia vitchyznianoï ekonomiky u pislivoiennyi chas [Assessment of the losses of Ukrainian business as a result of the war and the key directions of recovery of the national economy in the post-war period]. *Investysii: praktyka ta dosvid* [Investments: practice and experience]. 4, 11–18. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.4.11>. [in Ukr.].
9. Coccia, M. (2018). Optimization in R&D intensity and tax on corporate profits for supporting labor productivity of nations. *The Journal of Technology Transfer*. Springer US. 43, 792–814. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9572-1>.
10. Coccia, M. (2016). Radical innovations as drivers of breakthroughs: characteristics and properties of the management of technology leading to superior organisational performance in the discovery ... *Technology Analysis & Strategic Management*. Routledge. 28, 381–395. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1095287>.
11. Coccia, M. (2019). The theory of technological parasitism for the measurement of the evolution of technology and technological forecasting. *North-Holland*. 141, 289–304. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.012>.
12. Falavigna, G., & Ippoliti, R. (2018). Industrial spatial dynamics, financial health and bankruptcy: Evidence from Italian manufacturing industry. *Economia e Politica Industriale*. 45, 533–554. <https://doi.org/10.1007/s40812-018-0102-4>.
13. Falavigna, G., & Manello, A. (2023). The influence of financial and technological structure on eco-efficiency: An application of DDF bootstrapped framework in the Italian polluting industries. *International Journal of Computational Economics and Econometrics*. Inderscience Publishers (IEL). 13, 35–60. <https://doi.org/10.1504/ijcee.2023.127290>.
14. Bloch, C., & Sørensen, M. P. (2014). The size of research funding: Trends and implications. *Science and Public Policy*, 42, 30–43. <https://doi.org/10.1093/scipol/scu019>.
15. Aagaard, K., Kladakis, A., & Nielsen, M. W. (2019). Concentration or dispersal of research funding? *Quantitative Science Studies*. 1, 117–149. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00002](https://doi.org/10.1162/qss_a_00002).
16. Madsen, E. B., & Aagaard, K. (2020). Concentration of Danish research funding on individual researchers and research topics: Patterns and potential drivers. *Quantitative Science Studies*. 1, 1159–1181. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00077](https://doi.org/10.1162/qss_a_00077).
17. Franssen, T., Scholten, W., Hessels, L. K., & de Rijcke, S. (2018). The Drawbacks of Project Funding for Epistemic Innovation: Comparing Institutional Affordances and Constraints of Different Types of Research Funding. *Minerva*. 56, 11–33. <https://doi.org/10.1007/s11024-017-9338-9>.
18. (2011). European Peer Review Guide: Integrating Policies and Practices into Coherent Procedures. Retrieved from: [https://www.esf.org/fileadmin/user\\_upload/esf/European\\_Peer\\_Review\\_Guide\\_2011.pdf](https://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/European_Peer_Review_Guide_2011.pdf). <https://doi.org/10.22163/efeval.2011.121>.
19. Poiedynok, N. L. (2017). Analitichnyi ohliad orhanizatsii naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy proektiv ta vidboru inno-vatsii u krainakh Yevropy [Analytical review of the organization of scientific and technical examination of projects and the selection of innovations in European countries]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 3, 23–29. [in Ukr.].
20. Kuchansky Xu, H., & Gladka, M. (2022). Devising an Individually Oriented Method for Selection of Scientific Activity Subjects for Implementing Scientific Projects Based on Scientometric Analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 6. 3 (114), 93–100. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248040>.
21. Schäfer, M. S., Metag, J., Feustle, J., & Herzog, L. (2018). Selling science 2.0: What scientific projects receive crowdfunding online? *Sage journals*. 27 (5), 496–514. Retrieved from: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/0963662516668771>. <https://doi.org/10.1177/0963662516668771>.
22. *How We Make Funding Decisions*. National Science Foundation. Retrieved from: <https://new.nsf.gov/funding/merit-review>.
23. Patton, W., & McMahon, M. (2015). The systems theory framework of career development: 20 years of contribution to theory and practice. *Australian Journal of Career Development*. 24 (3), 141–147. Retrieved from: <https://eprints.>

- cut.edu.au/93732/3/93732.pdf. <https://doi.org/10.1177/1038416215579944>.
24. Patton, W., & McMahon, M. (2014). *Career development and systems theory: Connecting theory and practice*. Rotterdam / Boston / Taipei: Sense publishers, 475 p. Retrieved from: <http://surl.li/kdxzv>. [https://doi.org/10.1163/9789004466210\\_015](https://doi.org/10.1163/9789004466210_015).
  25. Gifford, R. (2023). *Dissonance and Engagement: Case Study of an International VET Project*. College of Arts and Education Victoria University, Melbourne Australia. Retrieved from: [https://vuir.vu.edu.au/45875/1/GIFFORD\\_Ryan-Thesis.pdf](https://vuir.vu.edu.au/45875/1/GIFFORD_Ryan-Thesis.pdf).
  26. (2019). *Cross-cultural perspectives in career development*. Career Development and Counseling. Retrieved from: [https://uk.sagepub.com/sites/default/files/upm-assets/95395\\_book\\_item\\_95395.pdf](https://uk.sagepub.com/sites/default/files/upm-assets/95395_book_item_95395.pdf).
  27. National Institutes of Health. *Research Training and Career Development*. Retrieved from: <https://researchtraining.nih.gov/>.
  28. Profession Finder. *Total Professions*. Retrieved from: <http://surl.li/kdyhv>.
  29. Trench, B., Bucchi, M. (2021). *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Routledge. Retrieved from: <http://surl.li/kdxxf>. <https://doi.org/10.4324/9781003039242>.
  30. Europe and Scandinavia. Cafe scientifique. Retrieved from: <http://cafescientifique.org/europe-and-scandinavia>.
  31. AbuAlnaaj, K., Ahmed, V., & Saboor, S. (2020). A Strategic Framework for Smart Campus. IEOM Society International. Retrieved from: <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/488.pdf>.
  32. Hrušák, J. (2021). European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) — Roadmap 2021 Update. Retrieved from: <https://www.esfri.eu/>.
  33. Research and innovation. European Commission. Retrieved from: [https://commission.europa.eu/research-and-innovation\\_en](https://commission.europa.eu/research-and-innovation_en).
  34. (2020). Supporting the Transformative Impact of Research Infrastructures on European Research. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Retrieved from: <http://surl.li/kdxvf>.
  35. (2023). Very large research infrastructures. Policy issues and options. OECD iLibrary. Retrieved from: <http://surl.li/kdxvk>.
  36. Our Expertise. UNESCO. Retrieved from: <https://www.unesco.org/en/our-expertise>.
  37. Funding. NIH Grants & Funding. Retrieved from: <https://grants.nih.gov/funding/index.htm>.
  38. Get EU funding for your research and innovation. Spinverse. Retrieved from: <http://surl.li/kadru>.
  39. European Funding Guide. Find money for your education. Retrieved from: <https://www.european-funding-guide.eu/>.
  40. SciVal Grants. Elsevier. Retrieved from: <https://beta.elsevier.com/products/scival/grants?trial=true>.
  41. Doing business Funding. ABA invest work film. Retrieved from: <http://surl.li/kadxk>.
  42. ERASMUS + Program. Wyższa Szkoła Biznesu National Louis University. Retrieved from: <http://surl.li/kadzzr>.
  43. Marie Skłodowska-Curie Actions Developing talents, advancing research: Funding opportunities. European Commission. Retrieved from: <https://marie-skłodowska-curie-actions.ec.europa.eu/funding>.
  44. Investments. Venture Capital Firms. Retrieved from: <https://level2.vc/investments/>.
  45. AngelList Talent is now Wellfound. Wellfound. Retrieved from: <https://wellfound.com/>.
  46. Y Combinator: Why Y Combinator? Retrieved from: <https://www.ycombinator.com/>.
  47. Inside a Techstars Accelerator. Techstars. Retrieved from: <https://www.techstars.com/accelerator-hub>.
  48. Search Companies. Crunchbase. Retrieved from: <https://www.crunchbase.com>.
  49. European Research Council. Retrieved from: <https://erc.europa.eu/homepage>.
  50. Newsletter. Fulbright Poland. Retrieved from: <https://fulbright.edu.pl/newsletter/>.
  51. Get matched to Scholarships that fit you. Scholarships. Retrieved from: <https://www.scholarships.com/>.
  52. Discover new ways to help pay for school. Fastweb. Retrieved from: <https://www.fastweb.com/financial-aid>.
  53. Nobel prizes and laureates. The Nobel Prize. Retrieved from: <https://www.nobelprize.org/prizes/>.
  54. Breakthrough of the Year. Retrieved from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Breakthrough\\_of\\_the\\_Year](https://en.wikipedia.org/wiki/Breakthrough_of_the_Year).
  55. Awards. What is the Royal Society's medals and awards programme? The Royal Society. Retrieved from: <https://royalsociety.org/grants-schemes-awards/awards/>.
  56. Awards. Nature. Retrieved from: <https://www.nature.com/nature/awards>.
  57. Welcome to Scientific Societies. Scientific Societies. Retrieved from: <https://www.scientificsocieties.org/>.
  58. Vidkryti konkursy Prohramy YeS "Tsyfrova Yevropa" (2021-2027) [Open competitions of the EU Program "Digital Europe" (2021-2027)]. *Diia* [Action]. Retrieved from: <https://business.diia.gov.ua/program-open-calls> [in Ukr.].
  59. Konkursy hrantiv [Grant competitions]. *Fond Skhidna Yevropa* [Eastern Europe Foundation]. Retrieved from: <https://eef.org.ua/konkursy-grantiv/> [in Ukr.].
  60. Vidpovidi na poshyreni zapytannia shchodo vidkrytykh hrantovykh konkursiv [Answers to frequently asked questions about open grant competitions]. *Yednannia* [Unity]. Retrieved from: <http://surl.li/kdzmw> [in Ukr.].
  61. Ahapova, O. V. (2022). Mizhdystyplinarnist v ukrain-skomu doslidnytskomu prostori yak dominantna naukovykh innovatsii [Interdisciplinarity in the Ukrainian research space as a dominant factor in scientific innovation]. *Ukrainskyi doslidnytskyi prostir v umovakh viiny: adaptatsiia y Perezavantazhennia tekhnichnykh i yurydychnykh nauk*. Kharkiv-Ryha [Ukrainian research space in the conditions of war: adaptation and reboot of technical and legal sciences. Kharkiv-Riga]. Retrieved from: <https://dspace.library.khai.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/2759/Agapova.pdf?sequence=1> [in Ukr.].

S. V. ZASANSKA, PhD in Economics, Associate Professor

## EUROPEAN EXPERIENCE IN THE EXAMINATION OF SCIENTIFIC PROJECTS AND DECISION-MAKING ON THEIR FINANCING

**Abstract.** Europe is considered one of the leaders in the field of scientific research and innovation, so analyzing its approaches to expertise and funding can help other countries to improve their practices. Studying the specifics of expertise and financing of scientific projects is extremely important for the development of the scientific research sphere. Therefore, this article is devoted to the study and analysis of the features of expertise used in

Europe to evaluate scientific projects, as well as decision-making mechanisms regarding their funding. The paper analyzes the main approaches and criteria for expert evaluation of scientific projects in Europe, characterizes the peculiarities of their financing. The most successful strategies and mechanisms that contribute to effective decision-making regarding the distribution of funds between scientific projects have been studied. The scientific article aims to enrich the knowledge and understanding of the processes related to the examination and funding of scientific research and to obtain theoretical and methodological data that can serve for the further improvement of the management systems of scientific research projects and be used in the field of scientific and scientific and technical management examination. The results of this study can be useful for scientific organizations, universities, government structures and other interested parties that have a direct impact on scientific development and the system of scientific expertise.

**Keywords:** examination of scientific projects, financing of scientific research, financing tools, decision-making, research infrastructure, European scientific fund.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Засанська Світлана Володимирівна** — канд. екон. наук, доц., с. н. с., начальник відділу науково-методичного та інформаційного забезпечення експертної діяльності, ДНУ "Український інститут науково-технічної експертизи та інформації", вул. Антоновича, 180, Київ, Україна, 03150; +38 (044) 521-00-10; zasanski@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3819-0404

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Zasanska S. V.** — PhD in Economics, Associate Professor, Senior Research Fellow, Head of scientific, methodical and information support of expert activity department, Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (044) 521-00-10; zasanski@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3819-0404



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-06>

УДК 004.3; 004.32; 004.7; 005.93

**Є. Є. ШАБАЛА**, канд. техн. наук, доц.

## ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ПАЛИВА НА ОСНОВІ ІОТ

**Резюме.** Останнім часом інтернет речей (IoT) поширюється на всі галузі життя та промисловості. Дедалі більше компаній по всьому світу активно інвестують у технології, що пов'язані з інтернетом речей для оптимізації власних бізнес-процесів. Аналітики навіть вбачають, що промисловість стане одним із драйверів зростання цього ринку впродовж найближчого півріччя. Однією з галузей, з-поміж найбільш вразливих до революції IoT, є роздрібна торгівля. Функціональні можливості датчиків та інформація, яку вони надають, дають змогу розв'язувати найбільший спектр завдань, що притаманні промисловості. Об'єднання об'єктів технології IoT за допомогою датчиків, сенсорів і мережі подібне до цифрового інтелекту, здатного передавати різні необхідні дані в реальному часі самостійно, без постійного людського контролю. Цьому сприяє поширення бездротових інтернет-мереж і розробка мікропроцесорних технологій. Однією з галузей, де впроваджується IoT, є паливна промисловість, зокрема АЗС. АЗС у сучасному світі — це постачальник комплексних послуг, побудованих на паливі. Окрім того, необхідність заповнити ємність часто стає приводом для отримання ширшого набору послуг, і в цьому контексті кожен аспект станції набуває додаткового значення, а IoT допомагає їх оптимізувати. Рішення для моніторингу рівня палива дають точні показання використання палива в режимі реального часу, сповіщаючи менеджерів автопарку, якщо показники перевищують нормальні межі, щоб не виникло дефіциту палива.

**Ключові слова:** АЗС, датчик рівня палива, паливний бак, IoT, датчик.

## ВСТУП

Інтернет речей (IoT) проникає все в нові сфери. Дедалі більше промислових підприємств виявляють інтерес до технологій IoT та їх можливого застосування у власних бізнес-процесах. Аналітики зазначають, що промисловість має стати одним із драйверів зростання цього ринку в найближчі пів року [1].

Нафта є важливим ресурсом, який використовується в нашому повсякденному житті, переважно як промислове паливо, для роботи автомобілів та інших необхідних операцій на заводах. Щоб забезпечити потрібну кількість запасів, доступних для промислових операцій, необхідним є моніторинг рівнів палива з високим пріоритетом. Однак ручний нагляд не є точним у порівнянні з технологічним монтажем. З огляду на це, зараз багато компаній залучають у роботу такі інтелектуальні рішення, як IoT моніторинг рівня палива, щоб підвищити свою продуктивність. Це допомагає розв'язати проблеми з крадіжками палива, неточністю визначення рівня палива, моніторингом заливки, зливом палива вантажівками. На відміну від наявної системи моніторингу рівня палива, вона відрізняється тим, що контролює рівень палива та забезпечує доступ для моніторингу автомобіля в будь-якому місці за допомогою IoT, що автоматично оновлює інформацію про паливо, що надходить у бак [2].

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

IoT створює нові можливості для компаній щодо розширення спектру своїх послуг, зміцнення бізнес-ідеї за допомогою точних і своєчасних даних, покращення бізнес-процесів та диференціювання своїх пропозицій на ринку. Сектор нафтопродуктів складається з багатьох об'єктів різного характеру (АЗС, нафтобази, транспортно-ремонтні підрозділи тощо), зокрема мереж АЗС. Проблема полягає в підвищенні ефективності системи керування АЗС в умовах складної обстановки, збільшення автотранспорту, нестабільності рівня завантаження системи та використання палива.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

Технології IoT є інноваційним підходом до ведення бізнесу, організації роботи підприємства.

У праці [1] наведені цифри поширення IoT найближчим часом. Згідно з даними аналітичного порталу Statista в п'ятирічній перспективі ринок промислового інтернету речей виросте з 77,3 млрд дол. США до 110,6 млрд дол. США у 2025 році.

Автори Бхаратського інституту науки і технологій [2] пропонують використання мікро-

комп'ютера Raspberry Pi для IoT, адже відмінною особливістю Raspberry Pi від інших мікрокомп'ютерів є наявність пінів для підключення зовнішніх модулів і датчиків.

В інших матеріалах [3–7] описано підходи до впровадження технології IoT, складових частин і організації передачі даних.

Автори статті "Система моніторингу та оповіщення рівня палива з використанням IoT" описують не лише технічну складову об'єктів IoT, а й розглядають проблеми, що можуть бути виявлені, наприклад, з налаштуванням, кількістю гаджетів, які підключені до мережі.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Мережа АЗС — це комплекс об'єктів обслуговування (АЗС і POS, точки продажу), каналів взаємодії та транспортування товарів, грошей та інформації між ними, а також допоміжних приміщень (склади АЗС), паливно-мастильні та нафтобази різного рівня, транспортні засоби, обслуговуючі структури тощо). Система АЗС пов'язана з великим потоком клієнтів цілодобово, і будь-яка затримка в обслуговуванні та наданні послуг може вплинути на бізнес загалом. З огляду на це, необхідно максимально автоматизувати процеси не лише обслуговування клієнтів АЗС, а й контроль за безперебійним наданням послуг. Однією зі складових у ланцюжку надання послуг є подача палива з паливних баків. Резервуари вміщують від 100 до 50 тис. м<sup>3</sup> нафти та нафтопродуктів. Для безперебійної подачі палива ведеться контроль рівня палива в баках. Зазвичай використовуються такі методи:

- за допомогою рівнемірів, що встановлюються в ємності з рідкими нафтопродуктами: дизпаливом або бензином. Потім ці дані мають бути оброблені людиною чи системою для прийняття рішень про необхідність заправки бака певним видом палива;
- використання ультразвукових вимірювачів рівня. Безконтактно вимірюють рівень палива за допомогою ультразвуку, встановлюються на дно бака (ззовні) і не порушують структуру та цілісність бака, немає втручання всередину бака.

Передавач ультразвукової хвилі використовується в ультразвуковому датчику для надсилення ультразвукової хвилі. Тепер після відбиття відбитої хвилі сигнал приймається ехоприймачем ультразвукового датчика. Якщо ультразвуковий датчик розміщено на висоті від поверхні палива, то відстань, пройдена ультразвуковою хвилею від передавача до приймача, дорівнює  $2d$ . Тепер, якщо час, щоб подолати відстань, дорівнює  $t$  секунд, то в одиницях  $Cl$ :

$$2 \cdot d = t \cdot 340 \quad (1)$$

$$\text{або, } d = (1/2) \cdot t \cdot 340. \quad (2)$$

Швидкість ультразвукової хвилі в повітрі становить 340 м/с.

Тепер, якщо відстань ультразвукового датчика від нижньої поверхні паливного контейнера дорівнює  $H$ , тоді рівень палива  $h$  можна визначити як

$$h = H - d. \quad (3)$$

Це значення  $h$  постійно контролюється шляхом відображення на вебсайті.

Нехай у момент часу  $t_1$  і  $t_2$  висоти рівня становлять  $h_1$  і  $h_2$ , то швидкість зміни рівня можна подати як:

$$r = \frac{h_1 - h_2}{t_1 - t_2}. \quad (4)$$

Тепер, коли паливо зливається, значення  $r$  є вищим, ніж будь-коли. Таким чином, можна встановити порогове значення, якщо значення  $r$  перевищує це значення, то увімкнеться звуковий сигнал і за допомогою GSM-модему, підключеного до мікроконтролера, буде надіслано повідомлення.

У випадку паливної доріжки, оскільки рівень ніколи не залишається фіксованим через рух доріжки, рівняння (iv) стає:

$$r = \left| \frac{h_1 - h_2}{t_1 - t_2} \right|. \quad (5)$$

Під час спустошення колії систему можна зупинити вручну [4].

З метою усунення таких факторів, як несвоєчасне реагування працівника АЗС на низький рівень палива, недостатня кваліфікація працівника та інші людські чинники, пропонується використовувати концепцію IoT для автоматизації процесу визначення рівня палива в баках, обробки отриманих даних щодо необхідності заправки паливного баку тим чи іншим видом палива та подання даних до центру прийняття рішень.

#### Вимоги до системи контролю рівня палива в баках.

Рішення IoT поєднуюватимуть у собі велику кількість функцій, які включають: датчики та контролери, шлюзовий пристрій для збору даних та відправлення їх на сервер, комунікаційну мережу для передачі даних, засоби аналізу даних та програмне забезпечення візуалізації даних тощо [3].

До системи контролю рівня палива в баках висуваються такі вимоги.

1. Дані, що зібрані з сенсорів системи IoT, мають зберігатися та оброблятися на віддаленому потужному сервері (за допомогою хмарних технологій) після попередньої обробки з метою

мінімізації використання ресурсів системи передачі.

2. Необроблені дані, що зібрані з датчиків, повинні проходити через мережу якомога менше.

3. Необхідно контролювати семантику даних та їх семантичне навантаження: дані, які не несуть нової значущої інформації, після первинної обробки не мають передаватися мережею з метою економії її ресурсів.

4. Невідповідні чи помилкові дані мають бути виявлені та знищені. При необхідності варто провести повторний збір коректних даних.

Правильна організація процесу обробки даних дасть мережі змогу успішно справлятися зі значним навантаженням, яке неминуче вироблятимуть системи IoT [5].

#### Архітектура системи контролю рівня палива в баках.

Система контролю рівня палива показана на **рис. 1**.

**Сенсор рівня.** Датчики IoT — це апаратні засоби, які виявляють зміни в навколишньому середовищі та збирають дані. Сам датчик марний, але він відіграє важливу роль, коли ми розгортаємо його в екосистемі IoT. Датчики IoT використовуються для збору, передачі та обміну даними з підключеними пристроями по всій мережі. Усі ці зібрані дані дають змогу пристроям працювати автономно, роблячи всю екосистему “розумнішою” щодня.

Головним завданням сенсорного рівня є реєстрація та зчитування характеристик різноманітних фізичних явищ навколишнього середовища за допомогою відповідних пристроїв, а саме — датчиків. Цей рівень передбачає використання декількох типів датчиків. В одній мережі може бути велика кількість різних датчиків. Декілька датчиків у мережі IoT об'єднані за допомогою концентратора. Хаб є основною точкою підключення датчиків. Він отримує інформацію від датчиків і передає її в блок обробки даних. Концентратор використовує декілька транспортних механізмів (послідовний периферійний інтерфейс і інтегральна схема) для обміну інформацією між передавачами та програмами [6].

**Мережевий рівень.** Мережевий рівень — це канал зв'язку, який передає дані, зібрані датчиками, на інші підключені пристрої. У системах IoT мережевий рівень реалізується за допомогою таких технологій, як Wi-Fi, ZWave, LoRa, Bluetooth тощо. Цей рівень реалізує два типи можливостей:

- здатність організовувати мережі (дозволяє використовувати такі функції керування



**Рис. 1.** Система контролю рівня палива

мережовим з'єднанням, як керування доступом і транспортними ресурсами, керування мобільністю або авторизація, автентифікація та облік);

- можливість транспортування (дозволяє підключати пристрої та передавати інформацію в хмарне сховище, програми або бази даних).

*Рівень обробки даних.* Цей рівень представлений основним блоком обробки інформації, який отримує дані, зібрані датчиками, обробляє та аналізує їх, а потім приймає рішення за результатами аналізу. Це рішення передається через мережовий рівень на інші підключені пристрої або на інтерфейс користувача.

*Рівень програми.* Рівень додатків отримує та виводить результати рівня обробки даних через різні програми IoT. Цей рівень орієнтований на користувача і має відображати отримані дані в зрозумілій для користувача формі. Такі додатки можна знайти у вигляді додатків розумного транспорту, розумних будинків тощо [7].

Таким чином, IoT здатен об'єднати багато функцій підприємства в єдиний ефективний механізм, де контроль, вимірювання та аналіз отриманих даних буде здійснюватися датчиком і модулем управління. Підприємства паливної промисловості зможуть швидко підвищити свою конкурентоспроможність. Усі ресурси, які здатні виконувати завдання, повинні бути частиною однієї інформаційної мережі та мати можливість обмінюватися інформацією для виконання цього завдання.

IoT допомагає не лише оптимізувати та покращити якість послуг заправки, а й зменшити

ймовірність крадіжки палива. Система АЗС, заправки, розвантаження бензовозів, контролю рівня палива має чимало недосконалостей у системі захисту від крадіжки, які можна обійти. Саме використання IoT робить можливість крадіжки пального практично неможливою.

У разі крадіжки палива буде отримано поплашкове керування системою рівня палива за допомогою Raspberry Pi та сповіщення IoT. Увесь цей процес має виконуватися швидко, а реагувати потрібно негайно. У кришку пального баку поміщено провідність, щоб отримати сповіщення про відкриття кришки. Це означає, що сповіщення буде автоматично надіслано зацікавленій особі через мобільний додаток. Головна мета цієї системи полягає в тому, щоб створити максимальне рішення для крадіжки пального, повідомляючи зацікавленій особі інформацію під час заправки. Ціль функціонування пристрою полягає в запобіганні шахрайству на бензонасосах, де в деяких випадках кількість палива, що відображається на заправній машині, не є фактичною кількістю палива, що надходить у бак. У нашому проєкті основними блоками є модуль Raspberry Pi, поплавковий датчик рівня палива, мобільний додаток і ПК-дисплей.

**IoT Модуль.** Інтернет речей (IoT) — це система фізичних гаджетів, транспортних засобів, домашніх машин і різних речей, у які вставлено апаратне забезпечення, програмування, датчики, виконавчі механізми та системна мережа, яка дозволяє цим статтям взаємодіяти та торгувати інформацією. Усе надзвичайно ідентифіковано

через встановлену структуру фігурування, але може працювати в межах поточної основи Інтернету.

**Інтерфейс.** Зазвичай IoT є широким визнанням ідеї, що розвивається щодо структури та адміністрування інтернету речей. Розумна та безпечна організація механізмів IoT має планувати “анархічну адаптивність”. Завдяки використанню ідеї анархічної універсальності може бути досягнуто фізичних рамок (тобто контрольованих справжніх об’єктів), за допомогою поміркованості цих структур, що призначені для представлення сумнівних доль адміністрації. Таким чином, ця “жорстка анархічна адаптивність” сприяє повному розумінню можливості організації інтернету речей шляхом спеціального зобов’язання фізичних структур враховувати всі адміністрації адміністрацій без азартних фізичних розчарувань. Дослідник ПК Майкл Літтман стверджував, що ефективна реалізація інтернету речей вимагає продумування простоти використання інтерфейсів і, окрім того, самих інновацій. Ці інтерфейси мають бути простішими у використанні, а також краще скоординованими.

**Робота.** Поплавковий датчик використовується для визначення монітора паливного баку, а аналоговий сигнал отримується за допомогою схеми дільника напруги. Аналоговий сигнал подається на Raspberry Pi через аналогові вхідні порти. Мікроконтролер Raspberry Pi зчитує вхідні дані з датчика та забезпечує вихідний сигнал (сигнал широтно-імпульсної модуляції), який подається як вхідний сигнал для приводів. Модуль IoT використовується як медіана для сповіщення про тривогу через мобільний додаток. Таким чином, виходить імітація крадіжки пального [8].

## ВИСНОВКИ

Багато компонентів системи відповідають за встановлення будь-якого рішення IoT. Нова трансформація в галузі вимагає менше клопоту та більшої продуктивності. Рішення для моніторингу рівня палива містить систему “вмикай і працюй”, яка полегшує встановлення та готовність до використання. Активувати автоматизацію можна для всього заводу, встановивши це рішення без проблем. Рішення для моніторингу оснащене міцними сенсорними пристроями, які спрацьовують миттєво та збирають дані в реальному часі для кращого аналізу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернет речей: чим він може бути корисний для бізнесу [Електронний ресурс]. — Metinvest Digital, 2021, Jan. — Режим доступу: <https://metinvest.digital/ua/page/internet-veshchej-chem-on-mozhet-byt-polezen-dlya-biznesa>.

2. Sharik N. Design and Fabrication of Fuel Level Monitoring & Alert System using IoT / N. Sharik, M. Deepak Chaitanya // *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. — 2020. — Vol. 9. — Issue 10. — P. 442–444.
3. Columbus L. 10 Ways Machine Learning Is Revolutionizing Manufacturing [Electronic resource] / L. Columbus // *Forbes*. — 2016, Jun. — Access mode: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2016/06/26/10-ways-machine-learning-is-revolutionizing-manufacturing/?sh=3406134128c2>.
4. Sur D. IoT based fuel level monitoring and fuel theft detection system / D. Sur, J. Firdaus, A. Purohit, R. Dutta, D. Mitra, K. Majumder. — *Inter University Academic Meet*. — 2020.
5. Курдеча В. В. Метод обробки даних в розподіленій мережі Інтернету речей [Електронний ресурс] / В. В. Курдеча, І. О. Іщенко, А. Г. Захарчук // *Молодий вчений*. — 2017. — № 10. — С. 75–81. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2017\\_10\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2017_10_20).
6. Sikder A. A Survey on Sensor-based Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications [Electronic resource] / A. Sikder, G. Petracca, H. Aksu, T. Jaeger, A. Uluagac. — 2018. — Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1802.02041.pdf>. — <https://doi.org/10.1109/comst.2021.3064507>.
7. Shabala Ye. IOT based fuel level monitoring / Ye. Shabala // *The 2st International Conference on Emerging Technology Trends on the Smart Industry and the Internet of Things*. — 2023. — No. 1. — P. 37–41.
8. Jaiharish M. Fuel Level Monitoring & Alert System Using IOT [Electronic resource] / M. Jaiharish, B. Mohanakumaresan // *JETIR*. — 2019. — Vol. 6. — Issue 5. — P. 310–313. — Access mode: <https://www.jetir.org/papers/JETIR1905754.pdf>.

## REFERENCES

1. (2021). Internet rechei: chym vin mozhe buty korysny dlia biznesu [The internet of things: how it can be useful for business]. Metinvest Digital, Blogs. Retrieved from: <https://metinvest.digital/ua/page/internet-veshchej-chem-on-mozhet-byt-polezen-dlya-biznesa>. [in Ukr.].
2. Sharik, N., & Deepak Chaitanya, M. (2020). Design and Fabrication of Fuel Level Monitoring & Alert System using IoT. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 9 (10), 442–444.
3. Columbus, L. (2016). 10 Ways Machine Learning Is Revolutionizing Manufacturing. *Forbes*. Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2016/06/26/10-ways-machine-learning-is-revolutionizing-manufacturing/?sh=3406134128c2>.
4. Sur, D., Firdaus, J., Purohit, A., Dutta, R., Mitra, D., & Majumder, K. (2020). IoT based fuel level monitoring and fuel theft detection system. *Inter University Academic Meet*.
5. Kurdecha, V. V., Ishchenko, I. O., & Zakhar-chuk, A. H. (2017). Metod obrobky danykh v rozpodilennii merezhi Internetu rechei [A method of data processing in a distributed network of the Internet of Things]. *Molodyi vchenyi* [A young scientist]. 10, 75–81. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2017\\_10\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2017_10_20) [in Ukr.].
6. Sikder, A., Petracca, G., Aksu, H., Jaeger, T., & Uluagac, A. (2018). A Survey on Sensor-based

Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications. Retrieved from: <https://arxiv.org/pdf/1802.02041.pdf>. <https://doi.org/10.1109/comst.2021.3064507>.

7. Shabala, Ye. (2023). IOT based fuel level monitoring. *The 2st International Conference on Emerging*

*Technology Trends on the Smart Industry and the Internet of Things*. 1, 37–41.

8. Jaiharish, M., Mohanakumaresan, B., & Jairajesh (2019). Fuel Level Monitoring & Alert System Using IOT. *JETIR*. 6 (5), 310–313. Retrieved from: <https://www.jetir.org/papers/JETIR1905754.pdf>.

**Ye. Ye. SHABALA**, PhD in Engineering, Associate Professor

## PRINCIPLES FOR IMPROVING THE QUALITY OF FUEL LEVEL MONITORING BASED ON IoT

**Abstract.** Recently, the Internet of Things (IoT) has spread to all areas of life and industry. More and more companies around the world are actively investing in technologies related to the Internet of Things to optimize their own business processes. Analysts even see that the industry will become one of the drivers of the growth of this market in the next six months. One of the industry's most vulnerable to the IoT revolution is retail. Functional capabilities of sensors and the information provided by them allow solving the largest range of tasks inherent in industry. The combination of IoT technology objects with the help of sensors, sensors and the network are similar to digital intelligence, capable of transmitting various necessary data in real time independently, without constant human control. This is facilitated by the spread of wireless Internet networks and the development of microprocessor technologies. One of the industries where IoT is being implemented is the fuel industry, in particular, gas stations. A gas station in the modern world is a provider of complex services built on fuel. In addition, the need to fill the capacity often becomes a reason to obtain a wider set of services, and in this light, every aspect of the station takes on additional importance, and IoT helps to optimize them all. Fuel level monitoring solutions provide accurate real-time fuel usage readings, alerting fleet managers if readings exceed normal limits to prevent fuel shortages.

**Keywords:** gas station, fuel level sensor, fuel tank, IoT, sensor.

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Шабала Євгенія Євгенівна** — канд. техн. наук, доц. кафедри кібербезпеки та комп'ютерної інженерії, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський просп., 31, м. Київ, Україна, 03037; +38 (067) 845-93-39; [shabala.ieie@knuba.edu.ua](mailto:shabala.ieie@knuba.edu.ua); ORCID: 0000-0002-0428-9273

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Shabala Ye. Ye.** — PhD in Engineering, Associate Professor of Department of Cybersecurity and Computer Engineering, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave, Kyiv, Ukraine, 03037; +38 (067) 845-93-39; [shabala.ieie@knuba.edu.ua](mailto:shabala.ieie@knuba.edu.ua); ORCID: 0000-0002-0428-9273



### ДО УВАГИ АВТОРІВ:

До друку приймаються статті українською та англійською мовами.

Відповідальність за достовірність поданих даних несуть автори матеріалів.

Редакція може не поділяти думки авторів, викладені у статтях.

У разі передруку матеріалів — посилання на журнал "Наука, технології, інновації" обов'язкове.

**Адреса редакції:** вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150.

**Контакти редакції:** тел.: +38 (044) 521-00-39.

e-mail: [journal@uintei.kiev.ua](mailto:journal@uintei.kiev.ua)

**Умови для публікації викладено на сайті:** <http://nti.ukrintei.ua>.

**З питань придбання та розміщення реклами:** тел. +38 (044) 521-00-39.

e-mail: [uintei.ua@gmail.com](mailto:uintei.ua@gmail.com) або [sale@uintei.kiev.ua](mailto:sale@uintei.kiev.ua)

**О. П. ВАЩУК**, д-р юрид. наук., проф.

**О. Т. ПОЛІЩУК**, канд. екон. наук, доц.

**А. С. СУХІХ**, канд. пед. наук

**А. В. ЯЦИШИН**, д-р пед. наук, с. н. с.

**Т. М. ЯЦИШИН**, д-р техн. наук, доц.

## ОФІС ПІДТРИМКИ ВЧЕНОГО: АНАЛІЗ ПРОЄКТІВ ІЗ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ НАУКИ ТА АУДИТ КРІ ДІЯЛЬНОСТІ

**Резюме.** У статті здійснено узагальнення та представлення частини завдань і проєктів, що були реалізовані Офісом підтримки вченого за перший рік діяльності. Наголошено, що підтримка вчених і популяризація національної науки є важливими для забезпечення сталого розвитку країни, підвищення конкурентоспроможності та добробуту нашої держави. Цей напрям організаційної діяльності у сфері науки потребує підтримки від уряду, наукових установ, закладів вищої освіти, громадських організацій і самої наукової спільноти. Презентована діяльність Офісу підтримки вченого, що описана в цій публікації, спрямована на: розвиток індивідуальної кар'єрної траєкторії вченого; забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених; сприяння кооперації між науковими установами та/або закладами вищої освіти, міжнародними науковими та іноземними науковими інституціями; популяризацію наукових здобутків українських учених тощо. Також окреслено фактори, що гальмують популяризацію національної науки (відсутність цілеспрямованої державної підтримки щодо популяризації науки та підвищення престижу вченого; не налагоджена комунікація між ученими та працівниками медіа; недовіра вчених до роботи журналістів; відсутність спеціальної професійної підготовки для вчених (чи підвищення кваліфікації) щодо різних аспектів популяризації власних наукових результатів та розробок і формування бренду вченого тощо).

**Ключові слова:** популяризація науки, Офіс підтримки вченого, аудит діяльності, аналіз проєктів, вчені.

### ВСТУП

Наразі наша держава переживає складні часи, пов'язані з ворожою агресією і війною на території України. З-поміж численних проблем (екологічних, соціальних, економічних, демографічних тощо) і фізичних загроз для населення доводиться знаходити нові підходи та шукати інноваційні рішення. І важливими в цьому процесі є вітчизняні наукові розробки, методики та імпортозамінні технології. Саме тому роль винахідників, дослідників і вчених має надзвичайне значення та потребує широкої підтримки. Спробуємо дати відповідь на запитання "Для чого потрібно підтримувати вітчизняних учених і популяризувати українську науку?".

Вважаємо, що підтримка дослідників і популяризація вітчизняної науки постає важливим завданням із різноманітними вигодами для громадськості, науки, підвищення якості освіти та сприяння впровадженню інновацій. Перелічимо декілька аспектів стосовно важливості популяризації науки та підтримки вчених.

По-перше, це зростання інтересу до науки та розуміння важливості науки для суспільного розвитку. Заходи щодо популяризації науки

(фестивалі, конкурси, "дні науки", конференції, вікторини, семінари, круглі столи тощо) допомагають залучити більше людей до наукового процесу та створюють інтерес до наукових тем. Водночас такі заходи сприяють поширенню критичного мислення та розумінню природи наукових досліджень, а також мають на меті підвищити рівень сприйняття вченого та місця його досліджень у суспільстві.

По-друге, важливим є збільшення підтримки науки. Якщо значна частина громадськості розуміє важливість наукових досліджень, то суспільство більш схильне підтримувати фінансування наукових досліджень через державні чи приватні ресурси. Водночас це сприяє тому, що вчені можуть виконувати більше наукових досліджень і створювати новітні технології.

По-третє, це розвиток інновацій. Підтримка вчених і популяризація науки сприяє поширенню нових ідей і технологій, а також може стати джерелом інноваційних рішень у різних галузях, що сприяє економічному розвитку країни.

По-четверте, важливо згадати підвищення якості освіти та її розвиток. Посилення інтересу до науки в закладах освіти допомагає

підвищити якість освіти. Також університети є каталізаторами та ініціаторами проведення сучасних наукових досліджень і залучення талановитої молоді до наукової діяльності. Водночас це може надихнути молодь обирати свою подальшу кар'єру в науці та технологіях.

По-п'яте, це *співпраця та обмін знаннями*. Заходи з популяризації науки сприяють обміну знаннями та співпраці між ученими та широкою громадськістю, прозорості, відкритому доступу до наукової інформації та результатів досліджень для широкої громадськості.

По-шосте, це *збереження культурної спадщини та національної ідентичності*. Підтримка вчених і популяризація національної науки може допомогти зберегти культурну спадщину та національну ідентичність, спираючись на наукові підходи та дослідження.

По-сьоме, варто згадати *розвиток громадської політики та соціальної відповідальності*. Члени громади, які розуміють наукові факти та докази, можуть бути більш досвідченими виборцями та активними громадянами. Водночас це впливає на усвідомлення важливості наукових аспектів у процесі прийняття рішень у різних сферах (екологія, енергетика, охорона здоров'я, культура, соціальна галузь тощо).

Отже, підтримка вчених і популяризація вітчизняної науки є важливими для створення освіченого, інноваційного та розвиненого суспільства, яке здатне розв'язувати сучасні проблеми та досягати сталого розвитку. Перелічені вище аспекти є актуальними для нашої країни як у період воєнного стану, так і для успішної післявоєнної відбудови нашої держави.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Вважаємо, що проблеми з підтримкою вчених і популяризацією науки в нашій країні залишаються на незадовільному рівні. Така ситуація негативно впливає і на імідж вітчизняної науки та вчених. Популяризацію науки визначають як поширення наукових знань у сучасній і доступній формі для широкої громадськості, сприяння розвитку науковому способу мислення серед суспільства. Водночас популяризація науки сприяє збільшенню кількості людей, які цікавляться наукою завдяки стимуляції інтересу до неї.

В Україні, на відміну від інших розвинених країн, популяризація науки не проводиться належним чином: немає потрібної державної підтримки, програм розвитку цієї галузі; наукова журналістика практично відсутня як вид діяльності; не налагоджено ефективний механізм донесення наукової інформації до масової аудиторії. Однак останнім часом громадськість

починає усвідомлювати гостру необхідність цієї діяльності та її важливість, тож відбуваються перші кроки в цьому напрямі [1].

Наразі наукова інформація набуває дедалі більшої ваги в системі знань, адже наукові досягнення визначають розвиток людства загалом. Для повноцінного розвитку широка громадськість має бути обізнана щодо рівня розвитку науки, розуміти те, як влаштований навколишній світ та будувати життя відповідно до тенденцій його розвитку. У зв'язку з глобальною цифровізацією та збільшенням інформаційних потоків популяризація науки також зазнає значних змін, набуває нових форм, переходить на новий рівень розвитку. Сучасний інтернет-простір бере на себе більшу частину всіх комунікаційних процесів і є найперспективнішою платформою для популяризації наукових знань [1].

Проблеми з популяризації науки висвітлено в дослідженні [2], де наголошено на відсутності продуктивної комунікації науковців із широким загалом. Наголошено на негативній динаміці обсягів науково-популярного контенту в структурі медіапростору. Ідеться про зменшення кількості повідомлень про наукові факти та відкриття, скасування рубрик, що присвячені науці, скорочення матеріалів про видатних учених. Також проаналізовано основні проблеми некоректного висвітлення наукової тематики та проблематики, з-поміж яких: інверсія наукових фактів, промоція сенсаційності та патогенного контенту, нівелювання межі між науковими та псевдонауковими повідомленнями. Наголошено на проблемі недостатньої фахової підготовки наукових популяризаторів [2].

Під час онлайн-брифінгу "Говоримо про науку!" було наголошено, що "Основою популяризації науки в Україні має стати підвищення престижу професії вченого, що можливо лише за умови достатнього рівня фінансування науки в державі" [3]. Також представники МОН України розповіли про ті інструменти, що наразі створюються в МОН задля популяризації та цифровізації науки в Україні. Зокрема йшлося про Національну електронну наукову інформаційну систему "Вільна Наука", положення про яку нещодавно було оприлюднено для громадського обговорення. "У науковців було багато різноманітних сайтів, платформ, і вони намагалися рухатися за своїми процесами, шукати інформацію, відкриваючи один, другий, третій, четвертий. І ми зрозуміли, що це треба об'єднувати в єдину платформу і робити зручний інструмент, який надасть можливість вченим, не відвідуючи різні сайти, мати доступ, наприклад, до своїх наукових праць чи пошукати, що є в інших" [3].

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання популяризації науки та підтримки вчених не є надто популярними темами для наукових публікацій, тому вітчизняні вчені не часто розглядають ці проблеми [4–13] та не мають певної системності.

Зарубіжні вчені в публікації [5] описують досвід Китаю щодо створення в 1999 р. національної науково-популяризаційної освітньої бази, метою якої було сприяння популяризації соціальних наук Китайської асоціації науки і техніки. Ці заходи дійсно мобілізували роботи з популяризації суспільних наук, адже сприяли популяризації наукової роботи та підвищенню наукової грамотності населення. У згаданій статті подано короткий опис історії, функції та поточної ситуації у сфері популяризації науки в Китаї [5].

Колектив закордонних учених у статті [6] наголошує, що популяризація науки виконує важливе завдання — має зробити наукові знання зрозумілими та доступними для непрофесіоналів. Водночас спрощення інформації, що необхідна для досягнення такої доступності, може призвести до ризику того, що аудиторія буде надмірно покладатися на власні здібності, коли виносить судження про наукові твердження. Також вони можуть недооцінювати те, наскільки вони залежать від експертів. У публікації описано емпіричне дослідження, результати якого демонструють “ефект легкості популяризації науки”. Цей ефект відбувається, коли неспеціалісти читають спеціалізовані статті, які популяризують наукові результати для широкої громадськості. Після прочитання таких спеціалізованих статей, які були адресовані непрофесійній аудиторії, непрофесіонали більше погоджуються з представленими заявами про наукові результати та розробки та є більш впевненими у своїх судженнях щодо певних розробок і технологій. Також обговорюються наслідки після представлення наукових знань для широкої громадськості.

Вважаємо, що питання підтримки вітчизняних учених і популяризація національної науки є досить малодослідженими напрямками, а отже, розгляду і висвітлення потребують кращі зарубіжні та вітчизняні практики за цим напрямком.

**Мета** статті полягає в тому, щоб проаналізувати та представити діяльність Офісу підтримки вченого щодо підтримки дослідників і популяризації національної науки.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Автори публікації переконані, що для популяризації національної науки та підтримки

вітчизняних учених варто обов’язково включити ці аспекти до державних законодавчих і нормативних документів як окремі напрями. Часи змінилися і нині вчені мають самі перейматися популяризацією власних розробок і отриманих наукових результатів, що спричинено зокрема і політичними змінами. Проте у вчених виникає дисонанс, оскільки їх ніхто не вчив здійснювати популяризацію власних наукових результатів та інноваційних розробок. Наразі проводяться різноманітні семінари, вебінари і тренінги щодо різних аспектів підготовки грантових заявок, написання проектів тощо, проте їхня кількість (а іноді і якість) є недостатньою.

Створений влітку 2022 р. Офіс підтримки вченого [14] має на меті розв’язати такі питання, що постають перед українськими вченими: допомога щодо популяризації власних наукових розробок; допомога з підготовкою грантових заявок, пошуком зарубіжних партнерів для виконання спільних наукових досліджень тощо. Окрім того, Офіс підтримки вченого здійснює проведення різних промоційних заходів. На **рис. 1** представлено головну сторінку сайту Офісу підтримки вченого.

У Положенні Офісу підтримки вченого вказано, що “...тимчасовий науковий колектив «Офіс підтримки вченого» (англ. — Scholar Support Office) утворюється наказом директора Державної наукової установи «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» (UkrIHTeI) відповідно до ч. 12 ст. 7 Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» і Статуту UkrIHTeI”.

Метою діяльності Офісу підтримки вченого є створення умов та можливостей для реалізації інтелектуального потенціалу громадян України у сфері науки та інновацій. Головними цілями та завданнями Офісу підтримки вченого є:

1. Створення умов для реалізації інтелектуального потенціалу громадян України у сфері наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності:

- стимулювати наукову, науково-технічну та інноваційну діяльність, винахідництво та наукову діяльність вчених;
- нарощувати можливості для розвитку вченого та розбудови дослідницької інфраструктури в Україні;
- формувати сприятливі умови для активної академічної мобільності та наукової кооперації вчених.

2. Налагодження співробітництва між ученими, науковими та науково-педагогічними працівниками й науковими та науково-технічними колективами:

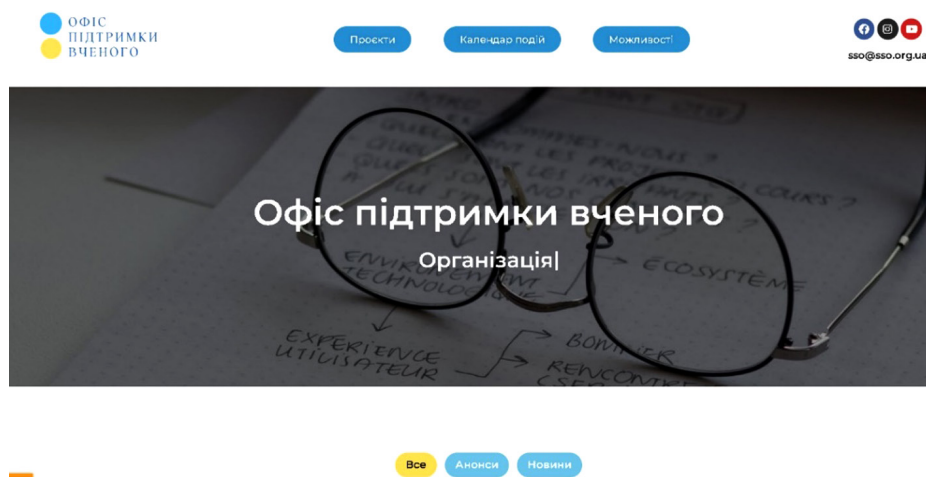


Рис. 1. Головна сторінка сайту Офісу підтримки вченого

- сприяти розбудові національного дослідницького простору;
- сприяти інтеграції національного дослідницького простору до світового дослідницького простору;
- стимулювати та створювати умови для кооперації між науковими та науково-педагогічними працівниками.

3. Сприяння вільному розвитку наукової та науково-технічної творчості громадян України, наукових і науково-педагогічних працівників:

- розробити та впровадити інструменти розвитку індивідуальної кар'єрної траєкторії вченого;
- ініціювати створення нових і просування вже наявних платформ розвитку наукової та науково-технічної діяльності громадян

України, наукових і науково-педагогічних працівників;

- стимулювати діяльність наукових і науково-педагогічних працівників, підвищити престижність наукової та науково-технічної діяльності.

4. Популяризація наукової, науково-технічної, інноваційної діяльності та діяльності вчених:

- створити нові та просувати вже наявні практики популяризації наукової, науково-технічної і інноваційної діяльності та діяльності вчених;
- здійснювати промоцію наукових і науково-технічних досягнень, винаходів, сучасних технологій тощо, внеску України в розвиток світової науки і техніки;
- мотивувати молодь до здійснення наукової та науково-технічної, інноваційної діяльності.

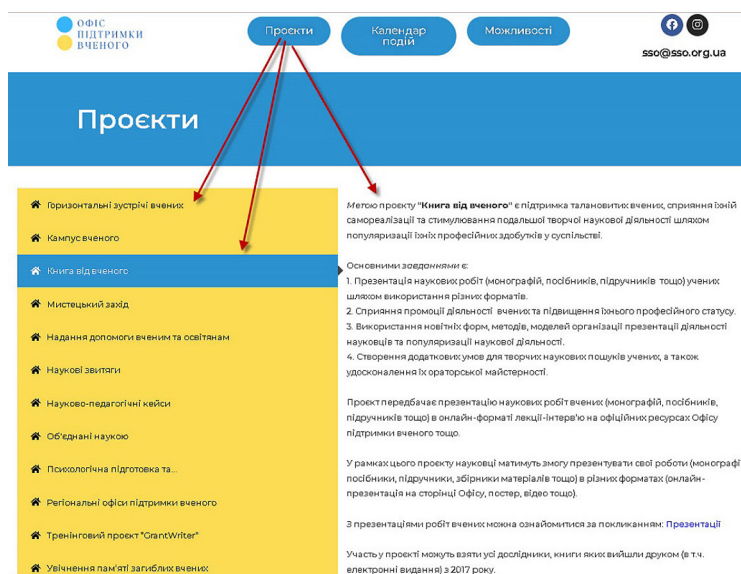


Рис. 2. Перелік проектів Офісу підтримки вченого

На **рис. 2** представлено перелік проектів, які реалізуються координаторами та агентами Офісу підтримки вченого. Наразі виконуються такі проекти: “Горизонтальні зустрічі вчених”; “Кампус вченого”; “Книга від вченого”; “Наукові зв’язки”; “Науково-педагогічні кейси”; “Об’єднані наукою”; тренінговий проект “GrantWriter”; “Українська наукова діаспора”; “Надання допомоги вченому та освітянам”; “Увічнення пам’яті загиблих вчених” тощо.

На **рис. 3** представлено перелік можливостей від Офісу підтримки вченого, а саме: “Scientists Coworking Center: Ваш робочий офіс у Києві”; “Відновлення України”; “Геноцид українського народу”; “Дайджест Офісу підтримки вченого”; “Корисні ресурси”; “Курси іноземних мов та професійного розвитку”; “Нормативне регулювання діяльності вченого”; “Медична підтримка”; “Обговорення”; “Опитування”; “Програми ЄС для українських вчених”; “Програма Cotutelle de thèse”; “Підтримка українських вчених”; “Психологічна підтримка”; “Регіональні координатори: допомога”; “Реєстри та рейтинги наукових видань”; “Цифрові сервіси для науки та освіти”; “Юридична підтримка”.

Офіс підтримки вченого реалізує не лише власні ініціативи, а й виконує велику кількість завдань, що були поставлені працівниками МОН України (Директорат науки та інновацій). Наприклад, представимо узагальнені дані та систематизовану інформацію щодо виконаних завдань і проектів Офісом підтримки вченого (представлено лише третину виконаних завдань і проектів, оскільки обсяги цієї публікації є обмеженими, і більш детально з іншими проектами можна ознайомитися на всіх інформаційних ресурсах Офісу підтримки вченого: сайт — [https://](https://sso.org.ua)

[sso.org.ua](https://sso.org.ua); Facebook — <https://www.facebook.com/scholarsupportoffice>; YouTube — <https://www.youtube.com/channel/UCp3Exytm10HOssbWHCgrKw?app=desktop>.

**І. Сприяння кооперації між науковими установами (НУ) та/або закладами вищої освіти (ЗВО), міжнародними науковими та іноземними науковими інституціями.**

**Короткий опис.** Розробити пропозиції змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність” у частині запровадження в контракті з керівником НУ розділу щодо цільових показників діяльності НУ, а також проект типових цільових показників діяльності НУ.

**Планові індикатори виконання.**

1. Надати МОН проект змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність”.

2. Надати проект типових цільових показників діяльності НУ.

3. Підготувати проект змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність” до громадського обговорення.

**Фактичні індикатори виконання.**

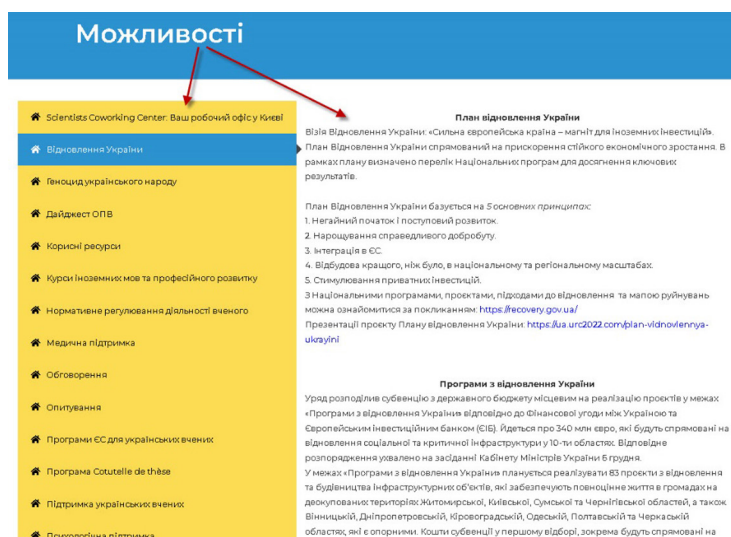
1.1. Розроблено пропозиції змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність”, щодо розробки стратегічного плану НУ; запроваджено цільові показники діяльності в контракті керівника НУ.

2.1. Сформовано типові стратегічні напрями діяльності НУ.

2.2. Розроблено систему типових цільових показників діяльності НУ та її керівника.

2.3. Розроблено систему типових цільових показників діяльності працівників НУ.

3.1. Підготовлено проект змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність” до громадського обговорення.



**Рис. 3.** Перелік «Можливостей» від Офісу підтримки вченого

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавець* — Поліщук О.

## **II. Популяризація наукових здобутків українських учених.**

*Короткий опис.* Здійснити аналіз баз даних НДДКР та Технологій з метою вибору переліку найбільш цікавих розробок, їх потенційного впливу на економіку країни та підготувати промовні матеріали/інтерв'ю з авторами з метою популяризації результатів наукової діяльності серед громадян країни.

*Планові індикатори виконання.*

1. Здійснити аналіз даних за 5 років; виокремити рубрики (найбільш актуальні галузі); підготувати шаблон ключових питань (тез) 1–1,5 сторінки тексту для публікації, сформулювати анкети для збору інформації у авторів наукових розробок, здійснити розсилку до НУ та ЗВО.

2. Подати заявку на грант від Посольства Фінляндії у напрямі “Освіта та Навчання на 2022–2023 рр.” для створення серії відеороликів та освітньо-наукового контенту з метою популяризації наукових здобутків учених.

3. Провести опитування ЗВО та НУ щодо наукових здобутків наукових і науково-педагогічних працівників.

4. Здійснити взаємодію з авторами відібраних розробок щодо представлення наукових здобутків.

5. Підготувати інформацію для наповнення сайтів УкрІНТЕІ, МОН України.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Розроблено анкету для збору інформації авторів наукових розробок, здійснено розсилку до НУ та ЗВО.

1.2. Підготовлено шаблон постера про наукові розробки/результати.

2.1. Подано заявку на грант від Посольства Фінляндії у напрямі “Освіта та Навчання на 2022–2023 рр.”.

3.1. Проведено опитування ЗВО та НУ щодо наукових здобутків. Кількість отриманих відповідей — 376.

4.1. Підготовлено 10 матеріалів відібраних розробок (за шаблоном) щодо представлення наукових здобутків.

5.1. Підготовлено та передано матеріали для погодження координатору від МОН України.

*Стан виконання* — виконується.

*Виконавці* — Яцишин Т., Яцишин А.

## **III. Міжнародні програми — кооперації у світовому дослідницькому просторі.**

*Короткий опис.* Провести дослідження рівня та масштабу залучення українських е-інфраструктур до Європейського дослідницького простору.

*Планові індикатори виконання.*

1. Розробити анкету-опитувальник НУ та ЗВО щодо використання е-інфраструктури.

2. Поширити інформацію щодо анкетування у ЗВО та НУ.

3. Здійснити обробку зібраних даних.

4. Провести серію круглих столів щодо залучення е-інфраструктур у НУ та ЗВО для наукових досліджень.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Розроблено анкету-опитувальник НУ та ЗВО щодо використання е-інфраструктури.

2.1. Поширено інформацію про анкету серед НУ, ЗВО (листи від МОН України).

3.1. Очікування результатів анкетування, опрацювання в міру заповнення.

4.1. За сприяння Директорату науки та інновацій МОН України було організовано і проведено два наукові масові заходи, які мали та консультативне та популяризаційне спрямування:

- круглий стіл для працівників НУ “Цифрова трансформація науки в умовах євроінтеграції” (08 листопада 2022 р.). Кількість учасників — понад 296 осіб. Підготовлено програму, матеріали, сертифікати учасникам;
- круглий стіл для ЗВО “Цифрова трансформація наукової діяльності закладів вищої освіти в умовах євроінтеграції” (31 січня 2023 р.). Загалом для участі в круглому столі зареєструвалося понад 1200 осіб, але фактично в заході взяли участь та отримали сертифікати 1036 осіб. Підготовлено програму, матеріали, сертифікати учасникам. Спікерами круглого столу були українські та зарубіжні дослідники. Відеозапис — [https://www.youtube.com/watch?v=5EpwBCV6Bsl&ab\\_channel=ScholarSupportOffice](https://www.youtube.com/watch?v=5EpwBCV6Bsl&ab_channel=ScholarSupportOffice).

*Стан виконання* — виконується.

*Виконавці* — Яцишин Т., Яцишин А., Сухіх А.

## **IV. Міжнародні програми — кооперації у світовому дослідницькому просторі.**

*Короткий опис.* Здійснити аналіз результатів білатерального міжнародного науково-технічного співробітництва та на його основі розробити пропозиції щодо державної політики у сфері двостороннього міжнародного науково-технічного співробітництва.

*Планові індикатори виконання.*

1. Провести опитування виконавців проєктів білатерального співробітництва.

2. Провести презентацію його результатів та пропозицій щодо державної політики в цій сфері.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Сформовано методику аналізу результатів білатерального міжнародного науково-технічного співробітництва.

1.2. Розроблено анкету-опитувальник виконавців проєктів білатерального співробітництва.

1.3. Здійснено розсилку для опитування та оцінювання відповідей респондентів.

*Стан виконання* — виконується.

*Виконавці* — Поліщук О., Ніколаєв К.

#### **V. Цифрові сервіси для науковців.**

*Короткий опис.* Здійснити аналіз використання актуальних цифрових сервісів для науковців, зокрема тих, що розроблені GEANT і доступні для українських учених. Розробити пропозиції щодо створення нових цифрових сервісів для науковців, які можуть бути потенційно реалізованими в рамках проекту EaRConnect2, долучитися до проведення інформаційної кампанії щодо популяризації цифрових сервісів.

*Планові індикатори виконання.*

1. Підготувати матеріали й опублікувати дописи про використання цифрових сервісів, що надаються в рамках проекту EaRConnect2 на сайті МОН України з метою їх популяризації.

2. Долучитися до проведення інформаційної кампанії щодо популяризації цифрових сервісів.

3. Взяти участь у розробці опитувальника щодо використання цифрових сервісів.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Досліджено актуальні цифрові сервіси для науковців, зокрема ті, що розроблені GEANT та доступні для українських учених.

1.2. За матеріалами п. 1.3. зроблено інформаційні дописи на сайті та сторінках соціальних мереж.

2.1. Організовано два круглі столи для представників НУ та ЗВО з виступами спікерів із метою популяризації цифрових сервісів.

3.1. Розроблено та поширено опитувальник.

3.2. Триває опитування представників НУ та ЗВО з метою отримання інформації про використання цифрових сервісів і визначення потреб для подальшої роботи.

*Стан виконання* — виконується.

*Виконавець* — Сухіх А.

#### **VI. Популяризація наукових здобутків українських учених.**

*Короткий опис.* Запровадження проекту “Книга від вченого” (рис. 4).

*Планові індикатори виконання.*

1. Розробка Положення про проект.

2. Розробка анкети для збору матеріалів.

3. Популяризація наукових здобутків учених.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Розроблено Положення про проект.

2.1. Розроблено анкету для збору матеріалів.

2.2. Здійснено розсилку для наукової спільноти, молодих учених, ЗВО, НУ.

3.1. Популяризовано наукові здобутки вчених шляхом публікацій на офіційній Facebook-сторінці і на сайті Офісу підтримки вченого (опубліковано — 98, з них — 49 проведено в режимі онлайн).

3.2. Підготовлено та надіслано сертифікати учасників проекту.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавці* — Поліщук О., Підкуймуха Л.

#### **VII. Розвиток індивідуальної кар’єрної траєкторії вченого.**

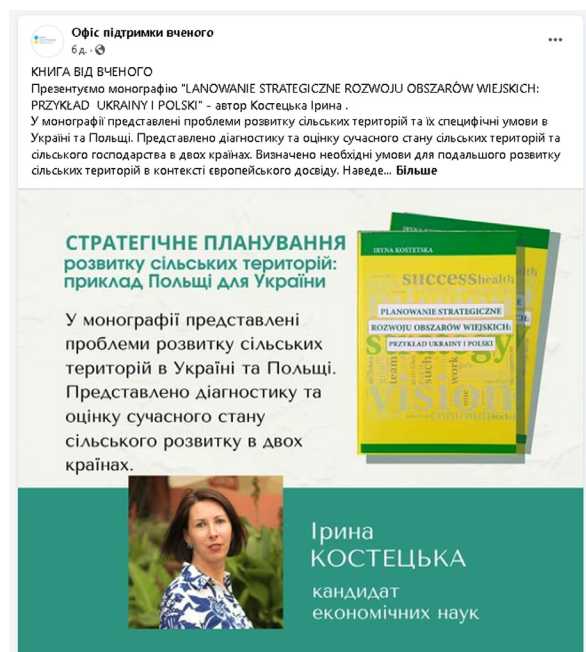
*Короткий опис.* Курс підвищення кваліфікації “Бренд науковця в цифровому світі”. Організатори: Офіс підтримки вченого спільно з ГО “Інноваційний університет” (рис. 5).

*Планові індикатори виконання.*

1. Аналіз наявних курсів на відкритих платформах.

2. Розробка проекту програми курсу та взаємодія зі спікерами.

3. Промоція курсу та набір навчальної групи.



**Рис. 4.** Світлини з ходу реалізації проекту «Книга від вченого» (Facebook-сторінка Офісу підтримки вченого)





27 листопада

## Пітч про себе перед інвестором

ОФІС  
ПІДТРИМКИ  
ВЧЕНОГОІННОВАЦІЙНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

**Теодозія Яцишин** - доктор технічних наук, професор Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, с.н.с. Державної установи "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України", координатор Офісу підтримки вченого.



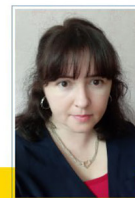
**Ковальчук Олена** - доктор педагогічних наук, професор, Національний університет харчових технологій, Aix Marseille University



**Іван Баликін** - кандидат історичних наук, доцент у ПВНЗ "Європейський університет", координатор Офісу підтримки вченого.



**Сергій Касян** - кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри маркетингу НТУ "Дніпровська політехніка", агент Офісу підтримки вченого



**Анна Яцишин** - доктор педагогічних наук, провідний науковий співробітник Державної установи "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України", Інститут цифровізації освіти НАПН України.

Рис. 5. Постер організаторів курсу підвищення кваліфікації «Бренд науковця в цифровому світі»

## 4. Організація та проведення курсу.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Здійснено аналіз наявних курсів, сформовано слабкі та сильні сторони кожного.

2.1. Розроблено програму курсу "Бренд науковця в цифровому світі".

3.1. Здійснено промоцію курсу шляхом публікацій на сторінках соціальних мереж та розсилки від Офісу підтримки вченого заявки на проходження курсу.

3.2. Здійснено набір слухачів — 1200 заявок.

4.1. Проведено курс "Бренд науковця в цифровому світі" (21–27 листопада 2022 р.) та видано 450 сертифікатів.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавці* — Яцишин А., Яцишин Т., Баликін І., Касян С., Ковальчук О.

**VIII. Забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених.**

*Короткий опис.* Забезпечення організаційної та соціальної підтримки вчених.

*Планові індикатори виконання.*

1. Здійснити збір даних.

2. Надати допомогу особам, які виїхали з зони бойових дій, тимчасово окупованих територій (або там перебувають).

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Підготовлено анкету та надіслано на адресати переміщених закладів.

1.2. Опубліковано інформаційні дописи.

2.1. Опрацьовано заявки на отримання різних видів допомоги.

2.2. Надіслано допомогу майже 700 науковцям, науково-педагогічним працівникам і членам їхніх родин.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавці* — Поліщук О., Черв'як Г.

**IX. Забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених.**

*Короткий опис.* Опрацювання Проекту плану відновлення розділу "Освіта і наука".

*Планові індикатори виконання.*

1. Підготувати пропозиції до Проекту плану відновлення розділу "Освіта і наука".

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Підготовлено пропозиції до Проекту плану відновлення розділу "Освіта і наука".

1.2. Пропозиції надіслано на адресу платформи, Міністерства освіти і науки України.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавець* — Поліщук О.

**X. Забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених.**

*Короткий опис.* Напрацювання пропозицій для запровадження Національної програми "Наука майбутнього".

*Планові індикатори виконання.*

1. Підготувати пропозиції для запровадження Національної програми "Наука майбутнього" та її напрямів.

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Підготовлено пропозиції для запровадження Національної програми "Наука майбутнього".

1.2. Пропозиції надіслано для обговорення та оприлюднено на сайті.

1.3. Опрацьовано та систематизовано отримані пропозиції.

1.4. Проведено одну інформаційну зустріч з обговорення отриманих пропозицій.

1.5. Узагальнено отримані пропозиції (87 сторінок) і надіслано до розгляду Міністерству освіти і науки України, Комітету Верховної Ради України з питань освіти, науки та інновацій.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавець* — Поліщук О.

**XI. Забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених.**

*Короткий опис.* Підготовка пропозицій щодо змін до Постанови КМУ «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності».

*Планові індикатори виконання.*

1. Підготувати пропозиції до «Постанови КМУ «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності»».

*Фактичні індикатори виконання.*

1.1. Підготовлено пропозиції до Постанови.

1.2. Надіслано пропозиції для обговорення з можливістю залишати коментарі онлайн.

1.3. Опрацьовано та систематизовано отримані пропозиції.

1.4. Узагальнено отримані пропозиції та надіслано до розгляду Міністерству освіти і науки України, Кабінету Міністрів України.

*Стан виконання* — виконано.

*Виконавець* — Поліщук О.

Отже, вище було наведено лише незначну частину реалізованих завдань і проєктів Офісу підтримки вченого. Варто наголосити, що підтримка вчених і популяризація науки потребує спеціально організованої та скоординованої системної діяльності, яка також має бути фінансово підтримана як з державного бюджету, так і з інших джерел. Також заходи з популяризації національної науки є надзвичайно важливими для кожної країни, що сприяє розвитку суспільства та зміцненню національної ідентичності. Наведемо декілька ключових аргументів щодо важливості такої діяльності:

- *розвиток національного інтелектуального потенціалу та національної ідентичності* (популяризація національної науки дозволяє залучити талановитих учених і дослідників до роботи на теренах Батьківщини, а не за кордоном. Це сприяє створенню та збереженню власних інновацій і технологій. Також популяризація національної науки допомагає зберегти та розвинути культурну ідентичність країни, вивчати та зберігати традиції, мову, історію та спадщину нації);
- *економічний розвиток* (наукові досягнення впливають на економіку країни та сприяють її розвитку. Вони можуть стати основою для нових галузей промисловості, збільшення конкурентоспроможності на світовому ринку та створення нових робочих місць);
- *підвищення освітнього рівня населення* (популяризація національної науки сприяє загальному підвищенню рівня освіти серед населення. У суспільстві починають більше цінувати знання, інтелектуальний розвиток і критичне мислення).

## ВИСНОВКИ

На нашу думку, підтримка вчених і популяризація національної науки є необхідними кроками для забезпечення сталого розвитку країни, підвищення конкурентоспроможності та добробуту нашої держави. Це важливий напрям організаційної діяльності у сфері науки, який потребує підтримки від уряду, НУ, ЗВО, громадських організацій та самої наукової спільноти.

Частина виконаних завдань і проєктів Офісу підтримки вченого, які були представлені в цій публікації, є різноплановими. Вони спрямовані на часткове вирішення певних завдань, а саме: розвиток індивідуальної кар'єрної траєкторії вченого; забезпечення організаційної та соціальної підтримки інтересів учених; сприяння кооперації між НУ та/або ЗВО, міжнародними науковими та іноземними науковими інституціями; популяризація наукових здобутків українських учених тощо.

Узагальнення наукової літератури та власний досвід авторів цієї публікації дав змогу визначити декілька чинників, які гальмують діяльність щодо популяризації національної науки:

- невміння вчених самостійно презентувати та просувати власні наукові результати і розробки;
- відсутність цілеспрямованої державної підтримки щодо популяризації науки та підвищення престижу вченого;
- неналагодженість комунікації між ученими та працівниками медіа;
- відсутність PR-відділів у НУ чи відповідальних осіб за популяризацію наукових результатів і розробок;
- брак курсів із наукової журналістики, як результат, неякісна робота працівників медіа в цій галузі;
- журналісти не мають стійкого бажання висвітлювати наукові теми, переважно через відсутність сенсації в таких повідомленнях, складність теми, обмеженість зацікавленої аудиторії тощо. Водночас подається розважальний, малоінформативний, сенсаційний, часто «псевдонауковий» контент, який не сприяє популяризації науки;
- недовіра вчених до роботи журналістів, бажання застерегтися від викривлень, неправильного трактування та надмірного спрощення результатів досліджень;
- відсутність спеціальної професійної підготовки для вчених (чи підвищення кваліфікації) щодо різних аспектів популяризації власних наукових результатів і розробок та формування бренду вченого;

- відсутність офіційних вимог до вчених щодо необхідності популяризації власних наукових результатів і розробок;
- відсутність сформованого інтересу масової громадськості до науково-популярної інформації, відведення для неї другорядного місця в системі персонального добору інформації для споживання тощо.

В сучасних умовах для популяризації національної науки цифрові технології є найкращими засобами. Окрім традиційних сайтів установ, важливо активно застосовувати соціальні мережі (Facebook, Instagram тощо) та YouTube-канали. Також варто створити окремий напрям щодо підготовки та підвищення кваліфікації вчених щодо розвитку знань і навичок із популяризації науки та формування власного бренду вченого.

У подальших наукових публікаціях плануємо узагальнити та систематизувати й інші реалізовані завдання і проекти Офісу підтримки вченого та представити їх для наукової громадськості.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дедушкіна А. В. Популяризація науки в сучасному українському інтернет-просторі / А. В. Дедушкіна // Обрії друкарства. — 2015. — № 1. — С. 39–47. — <https://doi.org/10.20535/2522-1078.2015.1.95229>.
2. Бутіріна М. В. Популяризація науки в Україні: мас-медійні тренди [Електронний ресурс] / М. В. Бутіріна // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. — 2020. — № 17. — Режим доступу: <https://periodicals.karazin.ua/sc/article/view/16524>. (Серія “Соціальні комунікації”).
3. Популяризація науки через підвищення престижу професії вченого та єдина вебплатформа для українських дослідників — підсумки брифінгу “Говоримо про науку!” [Електронний ресурс] // Міністерство освіти та науки України. — 11 листопада, 2021. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/populyarizaciya-nauki-cherez-pidvishennya-prestizhu-profesiyi-vchenogo-ta-yedina-vebplatforma-dlya-ukrayinskih-doslidnikiv-pidsumki-brifingu-govorimo-pro-nauku>.
4. Blanchard A. Science blogs in research and popularization of science: why, how and for whom? / A. Blanchard // Common Knowledge: The Challenge of Transdisciplinarity, EPFL Press, 2011. — P. 219.
5. Hu Jun. A Summary of the Construction of Science Popularization Bases in China / Hu Jun, He Wei // Advances in Social Science, Education and Humanities Research: Proceedings of the 2022 3rd International Conference on Mental Health, Education and Human Development (MHEHD 2022). — 2022. — Vol. 670. — P. 996–999. — <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220704.180>.
6. When science becomes too easy: Science popularization inclines laypeople to underrate their dependence on experts / L. Scharrer, Y. Rupieper, M. Stadler, R. Bromme // Public Understanding of Science. — 2017. — Vol. 26 (8). — P. 1003–1018. — <https://doi.org/10.1177/0963662516680311>.
7. Бондаренко Т. О. Популяризація науки у вітчизняному медіа-просторі / Т. О. Бондаренко // Держава та регіони. — 2012. — № 1. — С. 4–8. (Серія: Соціальні комунікації). — <https://doi.org/10.20535/2522-1078.2015.1.95229>.
8. Живага О. В. Сучасні соціальні медіа як інструмент популяризації науки в умовах інформаційного суспільства / О. В. Живага, О. В. Вовченко, Н. С. Петренко // Наука та Наукознавство. — 2020. — № 4 (110). — С. 88–109. — <https://doi.org/10.15407/sofs2020.04.088/>.
9. Іваницька М. Популяризація наукового контенту в Україні: на прикладі “Моя НАУКА”, “КУНШТ”, “ГРОМАДСЬКЕ” (НАУКА) / М. Іваницька // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: журналістика. — 2021. — № 2 (2). — С. 24–30. — <https://doi.org/10.23939/sjs2021.02.024>.
10. В Україні створили платформу для популяризації вітчизняної науки [Електронний ресурс] // Укрінформ. — Серпень, 2022. — Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3541339-v-ukraini-stvorili-sajt-dla-popularizacii-vitcznanoi-nauki.html>.
11. Яцишин А. В. Цифрові відкриті системи у підготовці аспірантів і докторантів: монографія / А. В. Яцишин. — Київ : ЦП Компрінт. — 2020. — 416 с.
12. Яцишин А. В. Роль е-інфраструктур у підтримці наукової діяльності: виклики та перспективи / А. В. Яцишин, Г. Я. Мозолевич, Т. М. Яцишин, А. С. Сухих // Наука, технології, інновації. — 2023. — № 2. — С. 64–80. — <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-08>.
13. Яцишин А. В. Застосування цифрових технологій для популяризації наукових здобутків / А. В. Яцишин, Т. М. Яцишин, А. С. Сухий, Ю. В. Малогулук / Наукова молодь — 2022: зб. матеріалів X Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (Київ, 15 листопада 2022 р.). — Київ : КОМПРИНТ, 2022. — С. 128–133.
14. Офіс підтримки вченого [Електронний ресурс]: сайт. — 2022. — Режим доступу: <https://sso.org.ua/proyekty>.

#### REFERENCES

1. Diedushkina, A. V. (2015). Populiaryzatsiia nauky v suchasnomu ukrainskomu internet-prostori [Popularization of science in the modern Ukrainian Internet space]. *Obrii drukarstva* [Horizons of printing]. 1, 39–47. <https://doi.org/10.20535/2522-1078.2015.1.95229>. [in Ukr.].
2. Butyrina, M. V. (2020). Populiaryzatsiia nauky v Ukraini: mas-mediini trendy [Popularization of science in Ukraine: mass media trends]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina* [Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin]. 17. Retrieved from: <https://periodicals.karazin.ua/sc/article/view/16524>. [in Ukr.].
3. Populiaryzatsiia nauky cherez pidvyshchennia prestyzhu profesii vchenoho ta yedyna vebplatforma dlia ukrainskykh doslidnykiv — pidsumky bryfinhu “Hovorymo pro nauku!” [Popularization of science through increasing the prestige of the scientific profession and a single web platform for Ukrainian researchers — the results of the briefing “Let’s talk about science!"]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/news/populyarizaciya-nauki-cherez-pidvishennya-prestizhu-profesiyi-vchenogo-ta-yedina-vebplatforma-dlya-ukrayinskih-doslidnikiv-pidsumki-brifingu-govorimo-pro-nauku>. [in Ukr.].

4. Blanchard, A. (2011). Science blogs in research and popularization of science: why, how and for whom? *Common Knowledge: The Challenge of Transdisciplinarity*, EPFL Press. 219 p.
5. Hu, Jun, & He, Wei (2022). A Summary of the Construction of Science Popularization Bases in China. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Proceedings of the 2022 3rd International Conference on Mental Health, Education and Human Development (MHEHD 2022)*. Vol. 670. 996–999. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220704.180>.
6. Scharrer, L., Rupieper, Y., Stadtler, M., & Bromme, R. (2017). When science becomes too easy: Science popularization inclines laypeople to underrate their dependence on experts. *Public Understanding of Science*. Vol. 26 (8). 1003–1018. <https://doi.org/10.1177/0963662516680311>.
7. Bondarenko, T. O. (2012). Populiaryzatsiia nauky u vitchyznianomu media-prostori [Popularization of science in the domestic media space]. *Derzhava ta rehiony* [State and regions]. 1, 4–8. [in Ukr.].
8. Zhyvaha, O. V., Vovchenko, O. V., & Petrenko, N. S. (2020). Suchasni sotsialni media yak instrument populiaryzatsii nauky v umovakh informatsiinoho suspilstva [Modern social media as a tool for the popularization of science in the conditions of the information society]. *Nauka ta Naukoznavstvo* [Science and Science]. 4 (110), 88–109. <https://doi.org/10.15407/sofs2020.04.088/>. [in Ukr.].
9. Ivanytska, M. (2021). Populiaryzatsiia naukovoho kontentu v Ukraini: na prykladi “Moia NAUKA”, “KUNSHt”, “HROMADSKE” (NAUKA) [Popularization of scientific content in Ukraine: on the example of “My SCIENCE”, “KUNSHt”, “PUBLIC” (SCIENCE)]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnika”: zhurnalistyka* [Bulletin of the Lviv Polytechnic National University: journalism]. 2 (2). 24–30. <https://doi.org/10.23939/sjs2021.02.024>. [in Ukr.].
10. (2022). V Ukraini stvorily platformu dlia populiaryzatsii vitchyznianoï nauky [In Ukraine, a platform was created for the popularization of national science]. *Ukrinform*. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3541339-v-ukraini-stvorili-sajtdla-popularizacii-vitchiznanoi-nauki.html>. [in Ukr.].
11. Yatsyshyn, A. V. (2020). Tsyfrovî vidkryti systemy u pidhotovtsi aspirantiv i doktorantiv [Digital open systems in the training of graduate and doctoral students]. Kyiv. 416 p. [in Ukr.].
12. Yatsyshyn, A. V., Mozolevych, G. Ya., Yatsyshyn, T. M., & Sukhikh, A. S. (2023). Rol e-infrastruktur u pidtrymtsi naukovoï diialnosti: vyklyky ta perspektyvy [The role of e-infrastructures in supporting scientific activity: challenges and prospects]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 2. 64–80. [in Ukr.].
13. Yatsyshyn, A. V., Yatsyshyn, T. M., Sukhikh, A. S., & Malohulko, Yu. V. (2022). Zastosuvannia tsyfrovyykh tekhnolohii dlia populiaryzatsii naukovykh zdobutkiv [Application of digital technologies for the popularization of scientific achievements]. *Naukova molod-2022 (X Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsia molodykh vchenykh)* [Scientific Youth — 2022 (10th All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists)]. Kyiv. 128–133. [in Ukr.].
14. Ofis pidtrymky vchenoho [Scholar Support Office] (2022). Retrieved from: <https://sso.org.ua/proyekty>. [in Ukr.].

**O. P. VASHCHUK**, D. Sc. in Law, Professor  
**O. T. POLISHCHUK**, PhD in Economics, Associate Professor  
**A. S. SUKHIKH**, PhD in Pedagogy, Senior Researcher  
**A. V. IATSYSHYN**, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher  
**T. M. YATSYSHYN**, D. Sc. in Engineering, Associate Professor

## SCHOLAR SUPPORT OFFICE: ANALYSIS OF SCIENCE POPULARIZATION PROJECTS AND PERFORMANCE AUDIT

**Abstract.** The article provides a summary and presentation of some of the tasks and projects carried out by the Scholar Support Office in its first year of operation. It emphasizes that supporting scientists and popularizing national science are crucial for ensuring the sustainable development of the country, enhancing competitiveness, and promoting the well-being of our state. This direction of organizational activity in the field of science requires support from the government, scientific institutions, higher education establishments, civil organizations, and the scientific community itself. The presented activities of the Scholar Support Office, as described in this publication, are aimed at: developing the individual career trajectory of scientists; providing organizational and social support for scientists' interests; promoting cooperation among scientific institutions and/or higher education establishments, international scientific institutions, and foreign scientific institutions; popularizing the scientific achievements of Ukrainian scientists, among other goals. Additionally, the article outlines factors that hinder the popularization of national science, including the absence of targeted state support for science popularization and increasing the prestige of scientists, the lack of communication between scientists and media professionals, mistrust of scientists toward the work of journalists, and the absence of specialized professional training (or skills development) for scientists in various aspects of popularizing their own scientific results and developments and building a scientist's brand, among others.

**Keywords:** science popularization, Scholar Support Office, activity audit, project analysis, scholar.

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Ващук Олеся Петрівна** — д-р юрид. наук, проф., Національний університет “Одеська юридична академія”, Фонтанська дорога, 23, м. Одеса, Україна, 65009; [earth.olesia@gmail.com](mailto:earth.olesia@gmail.com); ORCID: 0000-0003-3161-2870

**Поліщук Олена Тимофіївна** — канд. екон. наук, доц., Донецький національний університет імені Василя Стуса, вул. 600-річчя, 21, м. Вінниця, Україна, 21021; o-polishchuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2903-1885

**Сухих Аліса Сергіївна** — канд. пед. наук, Інститут цифровізації освіти НАПН України, вул. М. Берлінського, 9, м. Київ, Україна, 04060; salisam2005@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8186-1715

**Яцишин Анна Володимирівна** — д-р пед. наук, старший науковий співробітник, ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, Інститут цифровізації освіти НАПН України, Офіс підтримки вченого, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; anna13.00.10@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8011-5956

**Яцишин Теодозія Михайлівна** — д-р техн. наук, доц., ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, Офіс підтримки вченого, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; yatsyshynt@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7723-2086

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vashchuk O. P.** — D. Sc. in Law, Professor, National University “Odessa Law Academy”, Fontanska Doroha, 23, Odesa, Ukraine, 65009; earth.olesia@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3161-2870

**Polishchuk O. T.** — PhD in Economics, Associate Professor, Vasyl Stus Donetsk National University, 600-richchya Str., 21, Vinnytsia, Ukraine, 21021; o-polishchuk@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2903-1885

**Sukhikh A. S.** — PhD in Pedagogy, Senior Researcher, Institute of Digitalization of Education of the NAES of Ukraine, M. Berlinskoho Str., 9, Kyiv, Ukraine, 04060; salisam2005@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8186-1715

**Iatsyshyn A. V.** — D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, UkrI STEI, Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Scholar Support Office, Antonovycha Str., 180, Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (066) 311-19-52; anna13.00.10@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8011-5956

**Yatsyshyn T. M.** — D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, Scholar Support Office, Antonovycha Str., 180, Kyiv, Ukraine, 03150; yatsyshynt@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7723-2086



#### ШАНОВНІ ПРЕДСТАВНИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА НАУКОВИХ УСТАНОВ, НАУКОВЦІ, ВИНАХІДНИКИ!

В УкрІНТЕІ впроваджено послугу “**Комплексне інформаційне обслуговування**”. Це актуальна і систематизована інформація з питань трансферу технологій, науково-технічного та інноваційного розвитку, що надсилається в онлайн-режимі і призначена для здійснення наукової та інноваційної діяльності. Видання надсилаються протягом року згідно з вказаною на сайті Інституту періодичністю. До вашої уваги інформаційний пакет “**Комплексний**” (8 видань):

- фаховий журнал “Наука, технології, інновації”;
- інформаційний бюлетень “Дослідження, технології та інновації у Європейському Союзі”;
- дайджест новин “Наука, технології, інновації”;
- дайджест трансферу технологій;
- “Збірник рефератів дисертацій, НДР та ДКР”;
- “Бюлетень реєстрації НДР та ДКР”;
- бюлетень “План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні”;
- “Закони та підзаконні акти, директивні документи у сфері вищої освіти, науки, науково-технічної інформації, науково-технологічного та інноваційного розвитку України”.

#### КОНТАКТИ:

телефон (044) 521-00-39,

e-mail: uintei.ua@gmail.com, uintei.info@gmail.com

Детальніше на сайті УкрІНТЕІ: [www.uintei.kiev.ua](http://www.uintei.kiev.ua)

**О. А. ПІВОВАРОВ**, д-р техн. наук, проф.  
**О. С. КОВАЛЬОВА**, канд. техн. наук, доц.  
**А. М. ПУГАЧ**, д-р наук з держ. упр., проф.  
**К. Д. КІРЬЯНОВА**, магістр

## ВИРОБНИЦТВО ШОКОЛАДНОЇ ПАСТИ З СОЛОДОВИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

**Резюме.** У статті наведено доцільність використання гарбузового солоду в процесі виготовлення шоколадної пасти. Новизна полягає у створенні інноваційного продукту зі збалансованим складом та ідеальним співвідношенням наповнювача (солоду гарбузового) до шоколадної маси. Розроблена рецептура має підвищену харчову цінність та високу якість, що підтверджують органолептичні показники. Унаслідок додавання гарбузового солоду підвищується вміст білка, клітковини й есенціальних речовин у шоколадній пасті. У ході експериментальних досліджень було з'ясовано кількісну наявність макро- і мікроелементів, білків, а також проаналізовано склад амінокислотного скору гарбузового солоду. Розроблений продукт рекомендовано до споживання особам, які дбають про власне здоров'я, людям, які хворіють на цукровий діабет, спортсменам, дітям і всім верствам населення загалом.

**Ключові слова:** шоколадна паста, солод гарбузовий, білки, амінокислоти, здорове харчування.

### ВСТУП

Здоров'я безпосередньо залежить від корисного харчування, яке забезпечує організм усіма корисними речовинами. На жаль, сьогодні повсякденний раціон не забезпечує в потрібній кількості білком та есенціальними речовинами. Рекомендовано вживати продукти функціонального призначення, які відповідають потребам організму. Прикладом таких продуктів можуть стати кондитерські вироби, які характеризуються збалансованим вмістом білків, вуглеводів, жирів, а також збагачені вітамінами і мікроелементами. Ідеться про шоколадно-горіхові пасти, що належать до групи продуктів, які отримали високі споживацькі оцінки, попри незбалансованість ключових харчових компонентів.

Існує декілька причин вживання вже готових продуктів харчування, зокрема таких, як шоколадна паста: стрімка глобальна урбанізація способу життя людей, яка стає дедалі неспокійнішою, що призвело до нестачі вільного часу для приготування їжі. На світовому ринку продуктів харчування це фактично сприяє використанню, а також виробництву готових спредів, наприклад, шоколадної та горіхової пасти для сніданків.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У праці [1] зроблено прогноз ринкових даних про розмір світового ринку спредів на основі шоколаду, виробництво яких у майбутньому має збільшитися майже на 2 % протягом періоду 2020–2025 років.

Шоколад є широко споживаним продуктом через вміст жирів та антиоксидантних сполук, а додавання інших компонентів дає змогу збільшити вміст поліненасичених жирних кислот [2].

Спостерігається підвищення попиту через поінформованість споживачів про користь органічних продуктів для здоров'я та прагнення до екологічно безпечних методів пошуку [3]. Органічна шоколадна паста виготовляється з какао-бобів, вирощених без використання синтетичних добрив або пестицидів, стає дедалі більш популярною серед споживачів, які дбають про своє здоров'я і вона залишається головним інгредієнтом у багатьох сферах харчових виробництв завдяки своїй широкій доступності.

Вважається, що шоколад належить до 30 найкращих протизапальних продуктів, він має протизапальну дію на організм людини, захищає від хвороб. Флаваноли в темному шоколаді можуть стимулювати ендотелій, вистилку артерій, що приводить до вироблення оксиду азоту, який посиляє сигнали артеріям про розслаблення та зниження опору кровотоку, що в результаті знижує кров'яний тиск людини [4]. Споживання темного шоколаду покращує роботу мозку, допомагає захистити шкіру людини від шкірних захворювань через флаваноли какао [5; 6]. Окрім того, шоколад містить теобромін, який допомагає від ускладнень вагітності, відомих як прееклампсія [7].

Шоколадні пасти є популярними, але не завжди корисними за своїм складом, тому

розглянуто розробку технології шоколадної пасти з підвищеною харчовою цінністю за рахунок інноваційного компоненту, який вміщує велику кількість корисних речовин. Таким компонентом має виступити гарбузовий солод.

Гарбузовий солод збагачує готовий продукт амінокислотами: як замінними, так і незамінними. Додає до продукту макро- і мікроелементи, важливі для організму людини. Він здатен покращити його і збагатити білковими складовими, які вкрай необхідні людині, а це означає зробити шоколадну пасту не лише смачною, а й корисною.

Предметом дослідження є кондитерський виріб харчової промисловості — шоколадна паста в сполученні з гарбузовим солодом, які відповідають усім вимогам якості.

Загалом шоколадні пасти — це кондитерські вироби, виготовлені з цукру, какао-порошку, рослинного жиру, молока сухого, потертого дробленого горіха з додаванням або без додавання вітамінно-мінеральних сумішей [8–10].

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Варіювання складу паст дозволяє покращувати їхній склад шляхом введення новітніх компонентів. Проте низка компонентів є класичними складовими шоколадної пасти.

Какао-порошок — це залишковий продукт переробки какао-масла; головна сировина для виробництва шоколадної пасти. Після вичавлювання какао-масла залишається какао терте, яке пресують і отримують макуху. Макуху сушать та отримують какао-порошок. Перед початком виробництва какао-макуха проходить органолептичну та фізико-хімічну оцінку. Макуха переважно має форму диска, тому її відправляють на подрібнювач, де розбивають на шматки розміром до 50 мм, охолоджують та знову подрібнюють до менших розмірів. Після цього подрібнена какао-макуха потрапляє до охолоджувача, де охолоджується до 30–35 °С. В кінці продукт транспортується на просіювання, де потоком повітря відокремлюються на дрібну та крупну фракції. Дрібна фракція прямує на фасування, а крупна — знову повертається на подрібнення [11].

Цікавий факт, на сьогодні какао-порошок є, грубо кажучи, відходом виробництва та має невелику ціну, але це було не завжди. До того, як плитки шоколаду набули популярності, все було навпаки. Какао-порошок вважали більш коштовним продуктом, ніж какао-масло. Аргументували це тим, що какао-масло є субпродуктом виробництва порошку [12].

Якісний какао-порошок має відповідати певним органолептичним та фізико-хімічним по-

казникам, а також ДСТУ 4391:2005 [13], згідно з яким зовнішній вигляд какао-порошку має бути від світло-коричневого до темно-коричневого кольору, тьмяний сірий відтінок не допускається, а запах та смак мають бути відсутніми.

Какао-порошок у своєму складі містить флавоноїди [14; 15] і це є головною його перевагою. Найбільший відсоток він містить у собі епікатехіну та катехіну. У порошку вони виступають, як антиоксиданти. Також встановлено, що флавоноїди, які наявні в какао-порошку допомагають при зниженні тиску, поліпшенню циркуляції крові та запобігають запальним процесам в організмі. Науково доведено, що в червоному вині та чорному чаї флавоноїди мають менші антиоксидантні властивості, ніж у какао-порошку. Тому його рекомендують вживати при запаленнях, розладах пам'яті та при цукровому діабеті, оскільки він містить у складі вуглеводи, що не піднімають рівень цукру.

У своєму складі какао-порошок містить ксантин та теофілін [16; 17]. Ці речовини при потраплянні в організм діють як спазмолітики дихальних шляхів, знімають спазм у бронхах і бронхіальних трубках. Таким чином, какао-порошок рекомендують при запаленнях дихальних шляхів та астмі. Фенілетиламін — ще одна дуже важлива речовина какао-порошку [18], вживання якої позитивно впливає на рівень ендорфінів. Має вигляд маслянистої речовини, яка не розчиняється у воді. Після споживання продукту, який містить какао-порошок можна зняти стрес, підняти настрій, допомогти відчувати легкість. Рекомендовано вживати какао людям, які страждають розладами настрою, хронічною втомою та такими захворюваннями, при яких вивільняється гормон стресу.

Цукор білий кристалічний також є постійним компонентом кондитерських і шоколадних паст. Цукор білий — це солодка на смак речовина, що виробляється в процесі рафінування цукрового буряку чи тростини. Існує чотири категорії якості кристалічного цукру. Вони залежать від показників якості та поділяються на I, II, III, IV категорії [19]. Під час виробництва шоколадної пасти цукор, як вихідна сировина, має відповідати вимогам якості, що вказані в ДСТУ 4623-2006, а саме — органолептичним та фізико-хімічним показникам [20]. Згідно зі стандартом, цукор для шоколадних паст має бути білим, чистим без плям і сторонніх домішок, кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Він також має бути солодким, без сторонніх запахів і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, а сам розчин має бути прозорим. Більшу частину складу шоколадної пасти займає сахароза (на 100 г продукту приблизно 50–65 г

вуглеводів). Добова потреба дорослої людини в сахарозі 30–50 г. Отже, додавання цукру до шоколадної пасти знижує корисні властивості. Варто зауважити, що цукор у великому споживанні призводить до ожиріння, цукрового діабету, хворобам шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи.

Рослинний жир дає змогу надати пасті мазеподібну структуру. Рослинні жири — це олії, отримані методом екстрагування з рослин. Загалом вони складаються в комбінації з жирних кислот і таких інших речовин, як фосфоліпіди, стероли, воски [21; 22]. Під час виробництва шоколадної пасти вихідна рослинна олія має відповідати вимогам якості, які вказані в ДСТУ 4492:2005 [23], за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Згідно зі стандартом рафінована соняшникова олія не повинна мати стороннього присмаку, гіркоти та запаху. Головним джерелом енергії для людського організму є жир. Для здоров'я важливо вживати корисний жир, адже він складає 80 % енергетичних запасів людини. Рослинна олія важлива для нормального функціонування кислот фітостеринів і фосфоліпідів [24; 25]. Саме вони відповідають за нормальний обмін речовин в організмі людини.

Сухе молоко допомагає збалансувати смак і покращити склад шоколадної пасти. Сухе молоко — це порошок, який виготовляється зі звичайного пастеризованого молока способом згущення та висушування, зберігаючи властивості свіжого молока. Залежно від масової частки жиру виробляють такі види сухого молока: молоко сухе незбиране з масовою часткою жиру 20 або 25 % та молоко сухе знежирене з масовою часткою жиру не більше 1,5 %. Під час виробництва шоколадної пасти вихідне сухе молоко має відповідати вимогам якості, що вказані в ДСТУ 4556:2006 [26]. За органолептичними показниками сухе молоко має відповідати таким вимогам: бути сухим порошком, у якому дозволяється наявність грудочок, кольору білого, допускається кремовий відтінок, без сторонніх запахів і присмаків, які властиві свіжому пастеризованому молоку. Сухе молоко у своєму складі має всі ті корисні макро-, мікроелементи і вітаміни, що і свіже молоко [27; 28]. Найбільшу кількість цей продукт має вітамінів групи В, а також А, С, Е та РР. Також він характеризується вмістом кальцію, магнію, фосфору, селену, марганцю, заліза, хлору, йоду.

У ряді рецептур також додають масло вершкове. Високими споживчими характеристиками вважається лише масло, що отримане з натуральних молочних вершків. Воно може мати жирність від 61,5 % до 85 %, причому, чим жирнішим воно буде, тим краще. До корисних

властивостей вершкового масла належать такі [29–32]: вміст найбільш легкозасвоюваної форми вітаміну А, лауринову кислоту, арахідонову кислоту (АА), лецитин, антиоксиданти, вітаміни D, Е і К, насичені жири, кон'юговану лінолеву кислоту, є джерелом фактору жорсткості, активатора Х, йоду у високо поглинальній формі, захищає від шлунково-кишкових інфекцій у молодих або літніх людей. Вимоги якості надані в ДСТУ 4399:2005 [33]. За вказаним стандартом масло вершкове, яке застосовується для виготовлення шоколадної пасти повинно мати наступні органолептичні властивості: чистий, добре виражений вершковий і кисломолочний продукт, в міру солонуватий (для солоного масла) з присмаком пастеризації, має однорідну пластичну поверхню, на розрізі блискучу або слабо блискучу, суху, колір від світло-жовтого до жовтого, однорідний.

Як додаткову сировину використовують горіхи, кокосову стружку та речовини, які надають яскравих смакових барв продукту. Високо цінною додатковою сировиною є пророщене зерно, яке має в складі низку біологічно важливих компонентів [34–37].

Солод із гарбузового насіння є одним із найперспективніших наповнювачів харчових продуктів. Гарбузове насіння містить багато корисних речовин, які доповнюють шоколадну пасту та робить її склад збагаченим білками, клітковиною, корисними ліпідами, вітамінами, макро- і мікроелементами. Під час пророщування в зерні відбуваються ферментативні процеси, за яких відсоток вмісту макро- і мікроелементів не змінюється. То ж шоколадні пасти з додаванням гарбузового солоду корисніші за звичайні, адже збагачують організм необхідними для функціонування речовинами [38].

Насіння гарбуза є відмінним дієтичним джерелом білка, олії та деяких необхідних мікроелементів. Сире гарбузове насіння може мати поганий смак, колір і засвоюваність. У праці [39] вивчено вплив обсмажування (120, 160 і 200 °С протягом 10 хв) на вміст фенолів, флавоноїдів, антиоксидантних властивостей, жирних кислот і складу летких речовин, а також білка. Результати показали, що загальний вміст фенольних сполук, флавоноїдів і, як наслідок, антиоксидантна здатність збільшувалися в міру підвищення температури обробки. Були ідентифіковані продукти реакції Майларда [40] та продукти перекисного окислення ліпідів, особливо з насіння гарбуза, обсмаженого за високої температури. Варто зауважити, що склад і вміст жирних кислот після обсмажування суттєво не змінилися. Результати цього дослідження можуть сприяти використанню компонента

гарбузового насіння в рослинних дієтах із підвищеною поживною якістю.

Цінність гарбузових проростків є беззаперечною. До складу гарбузових проростків входять цінні рослинні білки, жири, ніжна клітковина, фосфор, магній, марганець, залізо, селен, кальцій, кремній, хром, кобальт, мідь, вітаміни B<sub>1</sub> та B<sub>2</sub>, а також фолієва кислота та каротин. У процесі проростання ферменти, що містяться в насінні, розщеплюють білки, жири і вуглеводи, призначені для росту сіянців, тому проростки є живою і легкозасвоюваною їжею [41]. Цікаво, що при проростанні насіння вміст вітамінів і антиоксидантів у ньому зростає: вміст вітаміну С і вітамінів групи В у пророслому насінні збільшується в п'ять разів, а вітаміну Е — у 3 рази. З пророщеним насінням споживач отримує ідеальну їжу, що містить максимальну кількість поживних і корисних речовин. Регулярне вживання в їжу проростків гарбуза призводить до нормалізації виведення жовчі, водного та сольового обміну, стимулюванню всіх функцій організму. Завдяки вмісту в проростках гарбуза цинку, покращуються функції сну і пам'яті, оптимізується робота головного мозку, знижується відчуття втоми та дратівливості. Проростки гарбуза — це продукт, який допомагає організму переносити значні розумові навантаження та стреси, і це далеко не всі його корисні властивості [42].

Таким чином, можна спрогнозувати, що залежно від попиту на шоколадну пасту існує два варіанти застосування насіння гарбуза. У ролі одного з інгредієнтів пасти бажано додавати як сире, так і пророщене насіння гарбуза. Від такого додавання буде залежати споживча цінність шоколадної пасти. Зміни у виробництві можуть стосуватися лише технологічного процесу виготовлення пасти. Було здійснено порівняльний аналіз властивостей вихідної сировини, результати якого наведено в **табл. 1** [43].

З **табл. 1** стає зрозуміло, що обидва гарбузові продукти мають надзвичайно цінні хімічні, мінеральні й органічні компоненти, і саме таке явище спонукає застосовувати гарбузове насіння і гарбузовий солод у шоколадній пасті та інших продуктах харчування (наприклад, у хлібобулочному виробництві).

Загалом, чимало дослідників у всьому світі [44–49] працювали над гарбузовим насінням, щоб дослідити потенційну біоактивність екстракту насіння гарбуза (PSE) або олії насіння гарбуза (PSO). Науковцями було визначено, що вони мають антигельмінтні, протидіабетичні, гіпоглікемічні, антигіперпластичні, цитопротекторні та антимікробні властивості. Тим часом

у працях, присвячених гарбузовому насінню, було виявлено деякі прогалини в дослідженнях, щоб довести його біологічну активність і підтвердити його цінність як потенційного функ-

Таблиця 1

**Різниця між гарбузовим солодом і сирим насінням**

| Поживні речовини              | Сировина, у 100 г продукту |         |
|-------------------------------|----------------------------|---------|
|                               | Солод                      | Насіння |
| Чисті вуглеводи, г            | 10,7                       | 35,35   |
| Білок, г                      | 3,37                       | 18,55   |
| Жири, г                       | 3,29                       | 19,4    |
| Вуглеводи, г                  | 11,2                       | 53,75   |
| Цукор, г                      | 6,68                       | –       |
| Волокно, г                    | 0,5                        | 18,4    |
| Кальцій, мг                   | 98                         | 55      |
| Залізо, мг                    | 0,21                       | 3,31    |
| Магній, мг                    | 15                         | 262     |
| Фосфор, мг                    | 91                         | 92      |
| Калій, мг                     | 172                        | 919     |
| Натрій, мг                    | 60                         | 18      |
| Цинк, мг                      | 0,41                       | 10,3    |
| Мідь, мг                      | 0,037                      | 0,69    |
| Марганець, мг                 | 0,08                       | 0,496   |
| Селен, мкг                    | 5,4                        | –       |
| Вітамін А                     | 95ME                       | 62ME    |
| Вітамін А RAE, мкг            | 26                         | 3       |
| Вітамін Е, мкг                | 0,06                       | –       |
| Вітамін С, мг                 | 0,1                        | 0,3     |
| Вітамін В <sub>1</sub> , мг   | 0,054                      | 0,034   |
| Вітамін В <sub>2</sub> , мг   | 0,184                      | 0,052   |
| Вітамін В <sub>3</sub> , мг   | 0,259                      | 0,286   |
| Вітамін В <sub>5</sub> , мг   | 0,354                      | 0,056   |
| Вітамін В <sub>6</sub> , мг   | 0,046                      | 0,037   |
| Фолат, мкг                    | 9                          | 9       |
| Вітамін В <sub>12</sub> , мкг | 0,42                       | 0       |
| Вітамін К, мкг                | 0,3                        | –       |
| Триптофан, мг                 | 0,074                      | 0,326   |
| Треонін, мг                   | 0,143                      | 0,683   |
| Ізолейцин, мг                 | 0,165                      | 0,956   |
| Лейцин, мг                    | 0,268                      | 1,572   |
| Лізин, мг                     | 0,142                      | 1,386   |
| Метіонін, мг                  | 0,074                      | 0,417   |
| Фенілаланін, мг               | 0,15                       | 0,924   |
| Валін, мг                     | 0,193                      | 1,491   |
| Гістидин, мг                  | 0,077                      | 0,515   |
| Холестерин, мг                | 10                         | 0       |
| Насичений жир, г              | 1,883                      | 3,67    |
| Мононенасичені жири, г        | 0,827                      | 6,032   |
| Поліненасичені жири, г        | 0,208                      | 0,844   |

ціонального харчового інгредієнта. Попри помітний прогрес, досягнений у дослідженнях гарбузового насіння, доречними є подальші дослідження, що відмічається в наукових роботах ряду авторів [50]. Окрім того, цікавим напрямом досліджень залишається підбір різних режимів пророщування насіння [51–52] з метою підвищення його біологічної цінності та подальшого застосування готового продукту у виробництві оздоровчих харчових продуктів [53–54].

**Метою** пропонованої увазі читачів статті є розробка технології виробництва високо цінної шоколадної пасти з додаванням пророщеного гарбузового насіння.

**Завдання** дослідження полягає в тому, щоб:

- 1) розробити технологічну послідовність виробництва шоколадної пасти, збагаченої пророщеним насінням гарбуза;
- 2) провести органолептичну оцінку дослідних зразків шоколадних паст;
- 3) оцінити вплив гарбузового солоду на біологічну цінність шоколадної пасти.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі роботи було використано такі методи: органолептичні, балова оцінка якості продукції, фізико-хімічні, планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних на основі комп'ютерних технологій [55]. Амінокислотний склад продукту зерна та солоду визначали методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії [56].

Для пророщування було обрано сире гарбузове насіння. Оптимальний варіант — це проростити насіння так званого голосем'яного гарбуза, яке не одягнене в тверду оболонку і зовні нагадує очищене від шкірки насіння звичайного гарбуза. Однак насіння голосем'яного гарбуза знайти на гарбузовому ринку досить складно, тому найпростіше проростити звичайне гарбузове насіння. Процес пророщування відбувається за наступною методикою [57–59] за принципом ящикної солодовні. На дно харчового контейнера вистеляється два шари серветок, які просочують водою до вологого стану. Потім викладають на серветки насіння та розрівнюють їх. Насіння може лягти одне на одне, але воно і в такому становищі чудово зійде. Контейнер потрібно закрити та розмістити в теплом місці. На третій день насіння починає прокльовуватися, а на четвертий — уже добре видно паростки. Весь процес пророщування займає близько восьми днів.

Пророщене гарбузове насіння подрібнювалося до стану борошна і додавалося під час виробництва шоколадної пасти.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Принцип шоколадної пасти — це поєднання компонентів, що дарує насолоду під час споживання. Існує великий асортимент паст, але те єдине, що їх об'єднує — це гнучка текстура, що легко намазується [38; 46]. Паста зазвичай використовують безпосередньо в їжу, як начинки (покриття) у випічці чи входять до складу виробів.

Предметом дослідження були шоколадні паста прямого споживання, які мають гнучку текстуру та приємний смак. Їх полюбляють за солодкий смак, тому одним із головних компонентів сировини у виробництві є цукор. Наприклад, шоколадні паста, які виробляються для безпосереднього вживання в їжу, мають більший відсоток цукру, аніж ті, що виробляються як наповнювачі чи покриття. Таким чином, частка цукру коливається від 29 до 40 % [47]. Часто у своєму складі шоколадні паста мають горіхову сировину, частка якої коливається в межах від 2 до 50 % [48].

З фізичної точки зору, шоколадна паста — суспензія частинок у рідкій фазі жиру. Відомо, що при неправильному температурному зберіганні в шоколадній масі починається кристалізація жиру, що призводить до затвердіння продукту та зміні зовнішнього вигляду. Тому завдяки виміру текучості можна передбачити властивість шоколадних мас, адже здатність до розплавлення та текстура продукту безпосередньо пов'язані з цим показником. Текучість зазвичай вимірюють при температурі, що близька до температури тіла людини (+37 °C) [49].

Паста може бути визначена як суміш твердої та рідкої фаз або як щільна суспензія, що демонструє властивості між рідиною та твердим тілом [50]. Багато паст здатні зберігати свою форму під дією сили тяжіння, подібно до твердих тіл. При високих напругах зсуву вони починають текти, що передбачає наявність межі плинності, тобто критичної напруги для переходу від твердого до рідкого стану. Окрім того, було показано, що більшість цих пастоподібних матеріалів виявляють тиксотропну поведінку, тобто їх в'язкість зменшується з часом, що передбачає руйнування структури [50]. Вважається, що взаємодія між частинками відповідає за таку поведінку, яка дуже відрізняється від таких рідин, як вода [60].

Величина текучості визначає напругу зсуву, при якій маса починає рухатися. Значення потоку або вимірювання при низьких напругах зсуву також мають важливе практичне значення, оскільки багато промислових операцій виконуються з такими повільно текучими речовинами,

як однорідний розподіл нерухомих рідких речовин у формах (скляні та пластикові банки тощо). З іншого боку, деяка обробка виконується під високим зусиллям зсуву, наприклад, під час перекачування або розпилення мас. Природно, найбільший вплив на в'язкість має вміст жиру, емульгатор і природа інгредієнтів. Важливим також є розподіл частинок за розміром і щільність упаковки частинок. Розмір найбільших твердих частинок у пастах має бути менш ніж 25 мкм, щоб гарантувати, що смакові рецептори не сприймають зернистість частинок. Паста з частками розміром понад 35 мкм стають зернистими чи грубими в роті, що знижує їхню якість [61]. Тверді частинки не мають бути навіть надто маленькими, інакше паста стане надто в'язкою. Фактично надмірне подрібнення призводить до підвищення в'язкості паста і може вимагати додавання жирових компонентів або дорогих модифікаторів в'язкості та фазового диспергатора, щоб привести її значення у відповідність до цільового значення для конкретного застосування.

Шоколад, паста та похідні продукти схильні до явищ нестабільності під час зберігання (наприклад, міграція олії або розшарування). У шоколадоподібних продуктах розмір твердих частинок впливає на міграцію олії [62]. У шоколадних виробках, що містять знежирені тверді частинки з малим розміром частинок, відбувається зменшення швидкості міграції олії, тоді як

більші частинки, мабуть, сприяють цьому явищу, що ймовірно відбувається через утворення грубішої мережі кристалів жиру з більш високою проникністю.

**Розробка рецептури та способу приготування.** Технологія виробництва шоколадної паста передбачає використання таких компонентів, як какао-порошок, молоко, цукор, жирова основа. Використання какао-порошку додає готовому продукту корисних властивостей, адже какао у своєму складі має вітаміни (PP, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP), харчові волокна, поліфенольні сполуки та надає приємні смакові властивості. Молоко збагачує продукт білками та макро- і мікроелементами, надає продукту ніжний смак. Цукор є джерелом вуглеводів, який підвищує енергетичну цінність шоколадної паста та надає солодкий смак продукту. Жирова основа постає джерелом насичених і ненасичених жирних кислот, цей компонент надає пасті м'яку консистенцію, блискучий зовнішній вигляд та виступає в ролі загусника.

Технологія приготування шоколадної паста охоплює п'ять етапів:

- 1) підготовка необхідної сировини;
- 2) перемішування;
- 3) термічна обробка до загущення (приблизно +110 °C);
- 4) введення вершкового масла;
- 5) охолодження до +25 °C та отримання легкої та однорідної консистенції [63].



**Рис. 1.** Основна технологія виробництва шоколадної паста

Перед початком приготування рецептур було розроблено технологію виробництва продукту в схематичному вигляді (рис. 1).

У ході експерименту запропоновано і розроблено чотири зразки шоколадної пасти (вихідні дані представлено в табл. 2), де змінним компонентом є гарбузовий солод, а інші компоненти зафіксовані без будь-яких змін. У першому зразку замість гарбузового солоду було використано арахіс як традиційний інгредієнт шоколадних паст Nutella тощо [64–66].

Було проведено органолептичну оцінку отриманих шоколадних паст із метою встановлення оптимальної кількості додавання солодового наповнювача (табл. 3, рис. 2). Для створення шоколадної пасти високої споживчої якості змелений до розмірів 30–40 мкм солод додавали до основи і коншували (механічно обробляли на спеціальних млинах) протягом 150 хв.

Результатом органолептичної оцінки для зразка № 1 (рис. 3) є однорідна густа маса без вкраплень темно-коричневого кольору, запах — шоколадно-молочний, добре виражений смак какао-порошку та сухого молока зі стійким і приємним присмаком, нагадує розтоплений молочний шоколад. Для зразка № 2 (рис. 3) результатом органолептичного дослідження є шо-

коладна маса з наявними включеннями солоду, яка має густу та пластичну консистенцію з легким солодовим присмаком. Результат оцінки зразка № 3 (рис. 3) — шоколадна паста має виражений шоколадно-солодовий присмак, трішки гірчить, колір має темно-коричневий з густою консистенцією, яка мається на хліб. Зразок № 4 (рис. 3) — шоколадна паста з дуже густою консистенцією темно-коричневого кольору; солод перебиває смак какао-порошку та молока, має гіркий післясмак стійкої тривалості.

З аналізу результатів бальної оцінки дослідних зразків шоколадних паст випливає, що шоколадна паста без додавання солоду та зі співвідношенням 75 % шоколадної пасти та 25 % солоду має найбільшу кількість балів. А найменшу кількість балів отримав зразок зі складом 25 % шоколадної пасти та 75 % солоду.

Доведено, що при ферментації зерна амінокислотний склад збільшується в 1,5–2 рази (табл. 4). Тобто при додаванні гарбузового солоду до шоколадної пасти відбувається збагачення білками майже вдвічі. Таким чином, відбувається покращення харчової цінності продукту, оскільки білок є основою здорового тіла людини.

Проаналізувавши табл. 4, можна дійти висновку, що білкові фракції насіння гарбуза та

Таблиця 2

Склад зразків шоколадної пасти

| № зразка     | Вміст інгредієнтів, г |       |               |                |              |                  |
|--------------|-----------------------|-------|---------------|----------------|--------------|------------------|
|              | Молоко сухе           | Цукор | Какао-порошок | Масло вершкове | Вода очищена | Гарбузовий солод |
| 1 (контроль) | 50                    | 30    | 10            | 10             | 20 мл        | 30 (арахіс)      |
| 2            | 50                    | 30    | 10            | 10             | 20 мл        | 30               |
| 3            | 50                    | 30    | 10            | 10             | 20 мл        | 45               |
| 4            | 50                    | 30    | 10            | 10             | 20 мл        | 75               |

Таблиця 3

Загальна органолептична оцінка шоколадних паст за окремими дескрипторами

| Показник         | Шоколадні пасти з солодовим наповнювачем, % солодового наповнювача |    |    |     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------|----|----|-----|
|                  | 0                                                                  | 25 | 50 | 75  |
| Зовнішній вигляд | 5                                                                  | 5  | 4  | 3   |
| Колір            | 5                                                                  | 5  | 5  | 4   |
| Консистенція     | 5                                                                  | 5  | 4  | 3   |
| Смак             | 5                                                                  | 5  | 3  | 2   |
| Запах            | 5                                                                  | 5  | 4  | 2   |
| Загальна оцінка  | 5                                                                  | 5  | 4  | 2,8 |



**а** — 100 % шоколадна паста



**б** — 75 % шоколадна паста + 25 % солод



**в** — 50 % шоколадної пасты + 50 % солоду



**г** — 25 % шоколадної пасты + 75 % солоду

**Рис. 2.** Профілограми за результатами органолептичної оцінки



Зразок № 1



Зразок № 2



Зразок № 3



Зразок № 4

**Рис. 3.** Зовнішній вигляд зразків шоколадної пасты

Таблиця 4

## Амінокислотний склад насіння гарбуза та гарбузового солоду

| Амінокислоти        | Вміст у г, на 100 г білка |                  |
|---------------------|---------------------------|------------------|
|                     | Гарбузове насіння         | Гарбузовий солод |
| <i>Незамінні</i>    |                           |                  |
| Валін               | 4,91                      | 9,82             |
| Ізолейцин           | 3,5                       | 5,25             |
| Лейцин              | 7,83                      | 15,66            |
| Треонін             | 6,44                      | 9,66             |
| Лізин               | 5,61                      | 11,22            |
| Метіонін-цистин     | 2,72                      | 5,44             |
| Фенілаланін         | 9,44                      | 14,16            |
| Триптофан           | 0,69                      | 1,38             |
| Всього:             | 41,44                     | 72,59            |
| <i>Замінні</i>      |                           |                  |
| Аланін              | 8,91                      | 15,15            |
| Аргінін             | 10,60                     | 16,96            |
| Гліцин              | 6,99                      | 13,38            |
| Пролін              | 2,20                      | 4,18             |
| Гістидин            | 1,60                      | 3,20             |
| Тирозин             | 4,44                      | 7,55             |
| Аспаргінова кислота | 5,58                      | 10,04            |
| Глутамінова кислота | 14,88                     | 28,27            |
| Серін               | 4,33                      | 7,79             |
| Всього:             | 59,53                     | 106,52           |

солод мають повний набір незамінних і замінних амінокислот. Незамінних амінокислот у гарбузовому насінні — 41,44 г на 100 г білка, а в солоді — 72,59 г на 100 г білка, а замінних амінокислот — 59,53 г і 106,52 г на 100 г білка відповідно. Отже, кількість амінокислот в солоді майже в два рази більша ніж у звичайному насінні [67–68]. Саме тому солод є більш корисним і його краще використовувати для збагачення шоколадної пасти. Дослідження амінокислотного складу не дозволяє повністю об'єктивно оцінити біологічну цінність гарбузового солоду, тому було розраховано амінокислотний скор (табл. 5).

Найбільший амінокислотний скор містить в собі треонін та фенілаланін, найменший —

Таблиця 5

## Амінокислотний скор гарбузового солоду, %

| Амінокислотний скор | Солод гарбузовий |
|---------------------|------------------|
| Валін               | 141,1            |
| Ізолейцин           | 129,0            |
| Лейцин              | 165,5            |
| Лізин               | 150,9            |
| Метіонін+цистин     | 109,65           |
| Треонін             | 237,7            |
| Фенілаланін         | 225,8            |
| Триптофан           | 105,1            |

триптофан. Усі показники відповідають вимогам ФАО/ВОЗ.

З хроматографічного дослідження бачимо, що паста з солодовим наповнювачем збагачена компонентами, які приносять користь людському організму, а саме — мінералами та білками. Щоб переконатися наочно порівняємо склад амінокислот в 1 г ідеального білка та в 1 г шоколадної пасти з солодовим наповнювачем. Порівняльну характеристику подано на **рис. 4**.

З діаграми можна побачити, що амінокислотний склад шоколадної пасти майже дорівнює складу ідеального білка. Лише метіонін+цистин та лейцин у надлишку на 5,7 % і 7,1 %, відповідно. Усі інші компоненти перевищують склад ідеального білка.

У процесі розрахунку енергетичної цінності зразків було з'ясовано калорійності кожного компоненту, що входить до складу шоколадних паст. Поживну (енергетичну) цінність кожного зразка вказано в **табл. 6**.

Найбільшу енергетичну цінність має шоколадна паста зі співвідношенням 50 % шоколадної маси та 50 % солоду, поживна цінність продукту становила 2098,7 кДж на 100 г продукту, а найменш енергоємною є шоколадна паста без використання солодового наповнювача — 1748,8 кДж на 100 г продукту.

Додавання гарбузового солоду до шоколадної пасти збільшує харчову цінність продукту та збагачує корисними елементами. Хроматографічним методом доведені кількісний і якісний склад амінокислот, а органолептичним, одні з найголовніших якостей під час вибору продукту — смакові, зорові відчуття, сприйняття запаху та зовнішнього вигляду. З огляду на результати дослідження, доцільним є додавання солоду до шоколадної пасти.

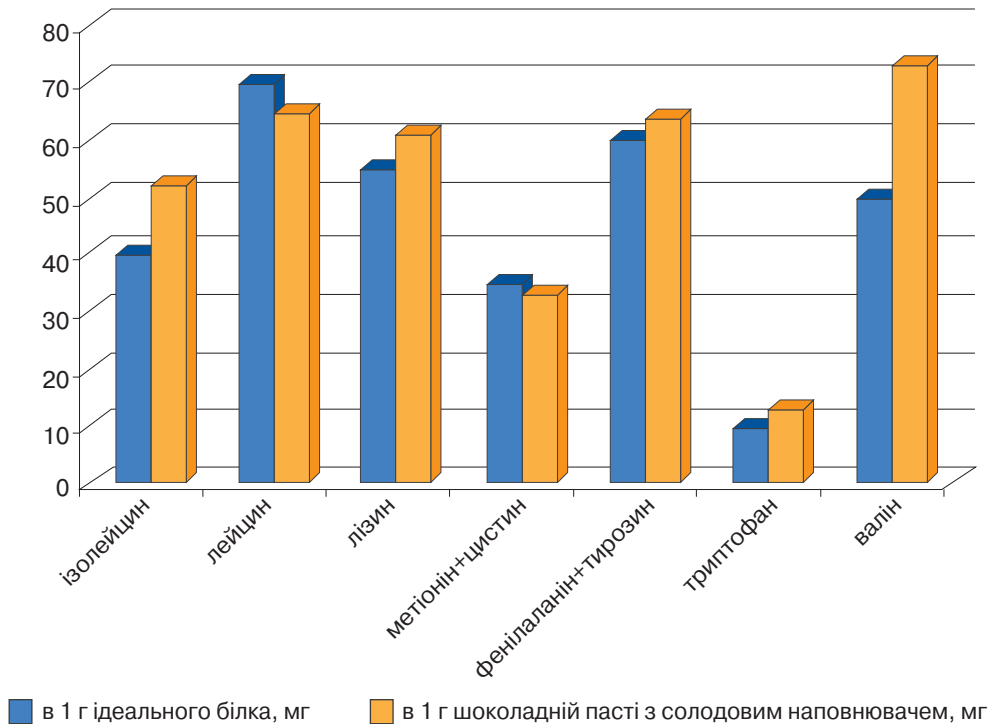


Рис. 4. Порівняльна характеристика білків

Таблиця 6

## Поживна (енергетична) цінність шоколадних паст за рецептурами

| № зразка | Енергетична цінність компонентів із розрахунку рецептури, кДж |             |       |                |                  |                  |                   |
|----------|---------------------------------------------------------------|-------------|-------|----------------|------------------|------------------|-------------------|
|          | Какао-порошок                                                 | Сухе молоко | Цукор | Вершкове масло | Гарбузовий солод | Всього на порцію | На 100 г продукту |
| 1        | 95,4                                                          | 1037,6      | 617,2 | 313,0          | 0                | 2623,2           | 1748,8            |
| 2        | 95,4                                                          | 1037,6      | 617,2 | 313,0          | 559,8            | 3183,0           | 2122,0            |
| 3        | 95,4                                                          | 1037,6      | 617,2 | 313,0          | 839,7            | 3462,9           | 2098,7            |
| 4        | 95,4                                                          | 1037,6      | 617,2 | 313,0          | 1399,5           | 4022,7           | 2062,9            |

## ВИСНОВКИ

1. У ході експерименту було запропоновано технологічну послідовність: розробка рецептур шоколадних паст; підготовка сировини для виготовлення зразків, а саме — органолептична оцінка та відважування кожного продукту згідно з рецептурою; виробництво зразків дослідження; аналіз виготовлених зразків і формування оптимального співвідношення сировинних компонентів для приготування якісної шоколадної пасти.

2. Проведена органолептична оцінка (балова оцінка) дослідних зразків шоколадних паст показала, що шоколадна паста без додавання солоду та зі співвідношенням 75 % шоколадної пасти і 25 % солоду є найякіснішими, а зразок

зі складом 25 % шоколадної пасти та 75 % солоду — найменш якісним. Для всіх зразків на основі балової оцінки побудовано профілографи. Встановлено, що оптимальною кількістю гарбузового солоду в пасті має бути 25 %.

3. Оцінено вплив гарбузового солоду на біологічну цінність шоколадної пасти. Гарбузовий солод збагачує готовий продукт амінокислотами, як замінінними, так і незамінними, додає до пасти макро- і мікроелементи, що є важливими для організму людини. Він здатен покращити і вдосконалити склад шоколадної пасти, збагатити білковими складовими, які вкрай необхідні для нашого організму, а отже, зробити шоколадну пасту не лише смачною, а й корисною.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Sobirjonovna S. S.* Analysis of Chocolate Paste Market Demand from the Perspective of Navoi, Uzbekistan [Electronic resource] / S. S. Sobirjonovna, F. Kamaridinova // International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. — 2021. — No. 1 (6). — P. 34–42. — Access mode: <https://openaccessjournals.eu/index.php/ijiaet/article/view/579>.
2. Rheological and Functional Properties of Dark Chocolate with Partial Substitution of Peanuts and Sacha Inchi / Lucero Quispe-Chambilla, Augusto Pumacahua-Ramos, David Choque-Quispe, Francisco Curro-Pérez, Hilka Mariela Carrión-Sánchez, Diego E. Peralta-Guevara, Mery Luz Masco-Arriola, Henry Palomino Rincón, Carlos A. Ligarda-Samanéz. — *Foods*. — 2022. — No. 11 (8). — P. 1142. — <https://doi.org/10.3390/foods11081142>.
3. *Amevor P. M.* Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread / Pamela Makafui Amevor, Damian Laryea, John Barimah // Cogent Food & Agriculture. — 2018. — No. 4 (1). — <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1480180>.
4. *Albandary A.* Chocolate: Health, Processing, and Food Safety / Albandary Ahmed, Fatemah Albandary, Amit K. Jaiswal. — A Glance at Food Processing Applications. — 2022. — <https://doi.org/10.5772/intechopen.104819>.
5. *Gunnars K.* 7 Proven Health Benefits of Dark Chocolate [Electronic resource] / K. Gunnars. — Healthline, 2021. — Access mode: <https://www.healthline.com/nutrition/7-health-benefits-dark-chocolate>.
6. *Martín M. A.* Effect of Cocoa and Cocoa Products on Cognitive Performance in Young Adults / M. A. Martín, L. Goya, S. de Pascual-Teresa // *Nutrients*. — 2020. — No. 12 (12). — <https://doi.org/10.3390/nu12123691>.
7. *Абдурахманова Д. Н.* Преэклампсия — актуальная проблема в современном акушерстве [Электронный ресурс] / Абдурахманова Дилноза Наримановна, Мадаминова Малика Шавкатовна, Садуллаева Амина Файзуллаевна // International scientific review. — 2016. — № 5 (15). — С. 111–113. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/preeklampsiya-aktualnaya-problema-v-sovremennom-akusherstve>.
8. *Кондратюк Н. В.* Дослідження та аналіз складу шоколадно-горіхової пасти з поліфункціональними властивостями [Електронний ресурс] / Н. В. Кондратюк, І. М. Гаркуша // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2016. — № 10 (79). — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/doslidzhennya-ta-analiz-skladu-shokoladno-gorihovoyi-pasti-z-polifunktsionalnimi-vlastivostyami>.
9. *Attahmid N. F. U.* Physicochemical, antioxidant and sensory properties of chocolate spread fortified with jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) flour [Electronic resource] / Nur Fitriani Usdiana Attahmid, Muhammad Yusuf Hidayat, Pirman, syahriati, S. Rahmiah, // Food Research. — 2020. — No. 4. — P. 2147–2155. — [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).262](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).262).
10. Chocolate spread more popular than marmalade // British Dental Journal. — 2012. — 212, 411. — <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2012.401>.
11. *Goya L.* From Cocoa to Chocolate: Effect of Processing on Flavanols and Methylxanthines and Their Mechanisms of Action / L. Goya, J. E. Kongor, S. de Pascual-Teresa. — 2022. — No. 23 (22). — P. 14365. — <https://doi.org/10.3390/ijms232214365>.
12. Cocoa Agronomy, Quality, Nutritional, and Health Aspects: Critical Reviews / Neela Badrie, Frances Bekele, Elzbieta Sikora, Marek Sikora, Taylor & Francis Jnlne // Food Science and Nutrition — 2015. — Vol. 55 (5). — P. 620–659. — <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.669428>.
13. ДСТУ-4391:2005. Какао-порошок. Загальні технічні умови. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 14 с.
14. *Nehlig A.* The neuroprotective effects of cocoa flavanol and its influence on cognitive performance / A. Nehlig // Br J Clin Pharmacol. — 2013. — No. 75 (3). — P. 716–27. — <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04378.x>.
15. Cocoa and health: a decade of research / Karen A. Cooper, Jennifer L. Donovan, Andrew L. Waterhouse, Gary Williamson // British Journal of Nutrition. — 2008. — No. 99 (1). — P. 1–11. — <https://doi.org/10.1017/S0007114507795296>.
16. *Matissek R.* Evaluation of xanthine derivatives in chocolate — nutritional and chemical aspects / Reinhard Matissek // Z Lebensm Unters Forsch. — 1997. — No. 205. — P. 175–184. — <https://doi.org/10.1007/s002170050148>.
17. *Martínez-Pinilla E.* The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption / Eva Martínez-Pinilla, Ainhoa Oñativia-Astibia, Rafael Franco // Frontiers in Pharmacology. — 2015. — No. 6. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00030>.
18. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation / Brenda de Nazaré do Carmo Brito, Renan Campos Chisté, Rosinelson da Silva Pena, Maria Beatriz Abreu Gloria, Alessandra Santos Lopes // Food Chemistry. — 2017. — Vol. 228. — 2017. — P. 484–490. — <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.004>.
19. Вирощування та зберігання цукрових буряків. Видобування сахарози / А. А. Ліпец. В. М. Логвін, К. Д. Скорик. А. І. Українець, М. П. Купчик. — Київ : Експрес-об'ява, 2015. — 288 с.
20. ДСТУ 4623-2006. Цукор білий. Технічні умови. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006.
21. *Jankuloska V.* Components in vegetable oils as ingredients of functional foods [Electronic resource] / Vezirka Jankuloska, Tatjana Kalevska, Daniela Nikolovska Nedelkoska // Knowledge — International Journal. — 2020. — Vol. 40. — No. 3. — P. 579–584. — Access mode: <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/864>.
22. Studying the Evaluation Model of the Nutritional Quality of Edible Vegetable Oil Based on Dietary Nutrient Reference Intake [Electronic resource] / Xuemei Zhao, Xia Xiang, Jiazhang Huang, Yunqian Ma, Junmao Sun, Dazhou Zhu // ACS Omega. — 2021. — No. 6(10). — P. 6691–6698. — <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c05544>.
23. ДСТУ 4492:2005. Олія соняшникова. Технічні умови. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 26 с.
24. *Bai G.* Phytosterols in edible oil: Distribution, analysis and variation during processing / Ge Bai, Chuanguo Ma, Xiaowei Chen // Grain & Oil Science and Technology. — 2021. — Vol. 4. — Issue 1. — P. 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2020.12.003>.
25. Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives / Zhou Ying, Zhao Weiwei, Lai Yong, Zhang Baohong, Zhang Dangquan // Frontiers in Plant Science. — 2020. — Vol. 11. — <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01315>.

26. ДСТУ 4556:2006. Молоко сухе швидкорозчинне. Технічні умови. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006.
27. Petrović Sanja M. Macro- and micro-element analysis in milk samples by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry / M. Petrović Sanja, R. Savić Saša, B. Petronijević Živomir // *Acta Periodica Technologica*. — 2016. — No. 47. — P. 51–62.
28. Górska-Warsewicz H. Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet / H. Górska-Warsewicz, K. Rejman, W. Laskowski, M. Czeczotko // *Nutrients*. — 2019 Aug 1;11(8):1771. — <https://doi.org/10.3390/nu11081771>.
29. Paszczyk B. Cheese and Butter as a Source of Health-Promoting Fatty Acids in the Human Diet / B. Paszczyk // *Animals (Basel)*. — 2022. — No. 12(23). — P. 3424. — <https://doi.org/10.3390/ani12233424>.
30. Pădureț S. The Effect of Fat Content and Fatty Acids Composition on Color and Textural Properties of Butter / S. Pădureț // *Molecules*. — 2021. — No. 26 (15). — P. 4565. — <https://doi.org/10.3390/molecules26154565>.
31. Rønholt S. The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products / Stine Rønholt, Kell Mortensen, Jes C. Knudsen // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. — 2013. — No. 12. — P. 468–482. — <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12022>.
32. Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality / Laura Pimpin, Jason H. Y. Wu, Hila Haskelberg, Liana Del Gobbo, Dariush Mozaffarian // *PLoS One*. — 2016. — No. 11 (6). — e0158118. — <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158118>
33. ДСТУ 4399:2005. Масло вершкове. Технічні умови. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 15 с.
34. Pivovarov O. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production / O. Pivovarov, O. Kovaliova, V. Koshulko // *Ukrainian Food Journal*. — 2020. — Vol. 9. — Issue 3. — P. 575–587. — <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>.
35. Pivovarov O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids / O. Pivovarov, O. Kovaliova // *Food Science and Technology*. — 2019. — Vol. 13. — Issue 1. — P. 83–89. — <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>.
36. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / O. Pivovarov, O. Kovaliova, T. Khromenko, Z. Shuliakivych // *Food Science and Technology*. — 2017. — Vol. 11. — Issue 4. — P. 29–35. — <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i4.728>.
37. Kovalova O. S. Research of hydrothermal processing of dry barley malt [Electronic resource] / O. S. Kovalova, Yu. O. Chursinov, D. D. Kofan // *Grain Products and Mixed Fodder's*. — 2018. — Vol. 18. — Issue 4. — P. 13–18. — Access mode: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/1622/1/3.pdf>.
38. Kumar P. Optimization of chocolate spread by using RSM / Pawan Kumar // *Journal of Food Processing and Preservation*. — 2015. — Vol. 39. — Issue 6. — P. 745–757. — <https://doi.org/10.1111/jfpp.12284>
39. Peng M. Effect of Roasting on the Antioxidant Activity, Phenolic Composition, and Nutritional Quality of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) / Mangyao Peng, Dan Lu, Jie Liu, Bo Jiang, Jingjing Chen // *Seeds*. *Front Nutr.* — 2021. — Vol. 8. — P. 647354. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.647354>.
40. Tamanna N. Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition / N. Tamanna, N. Mahmood // *International Journal of Food Science*. — 2015. — Vol. 2015. — P. 526762. — <https://doi.org/10.1155/2015/526762>.
41. Foziljonov Sh. F. Ugli. The effect of certain substances on the growth of pumpkin seeds / Foziljonov Shukrullo Fayzullo Ugli, and Numonjonov Mukhiddin Gulomjon Ugli // *Science and Education*. — 2020. — Vol. 1. — No. 4. — P. 30–33. — <https://doi.org/10.24412/FiWvUadSp30>.
42. Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin (*Cucurbita* sp.) / M. Batool, Muhammad Modassar Ali Nawaz Ranjha, Ume Roobab et al. // *Plants (Basel)*. — 2022. — Vol. 11. — Issue 11. — P. 1394. — <https://doi.org/10.3390/plants11111394>.
43. Differences between malt and pumpkin seed [Electronic resource]. — Access mode: <https://foodstruct.com/compare/malt-vs-pumpkin-seed>.
44. Dotto J. M. The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review / Joachim M. Dotto, James S. Chacha // *Scientific African*. — 2020. — Vol. 10. — e00575. — <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575>.
45. Півоваров О. А. Сучасні методи інтенсифікації солододощення / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова. — Дніпро : Редакційно-видавничий відділ ДВНЗ УДХТУ, 2020. — 248 с.
46. Prediction of firmness and physical stability of low-fat chocolate spreads / Lara Manzocco, Sonia Calligaris, Matteo Camerin, Lorena Pizzale, Maria Cristina Nicoli // *Journal of Food Engineering*. — 2014. — Vol. 126. — P. 120–125. — <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.10.042>.
47. Impact of different sugar and cocoa powder particle sizes on crystallization of fat used for the production of confectionery products / M. Kalic, V. Krstonošić, Miroslav Hadnađev et al. // *Journal of Food Processing and Preservation*. — 2018. — Vol. 42. — Issue 12. — <https://doi.org/10.1111/jfpp.13848>.
48. Evolution of particle size distribution, flow behaviour and stability during mill ball refining of a white chocolate flavouring paste / Silvana Cavella, Nicoletta A. Miele, Marcello Fidaleo, Angela Borriello, Paolo Masi // *LWT*. — 2020. — Vol. 132. — P. 109910. — <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109910>.
49. Estela V. G. Chocolate rheology / Vidal Gonçalves, Estela; Caetanoda Silva Lannes, Suzana // *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. — 2010. — Vol. 30. — Núm. 4. — P. 845–851.
50. Ardakani H. A. Capillary flow of milk chocolate / Hesam Anvari Ardakani, Evan Mitsoulis, Savvas G. Hatzikiriakos // *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*. — 2014. — Vol. 210. — P. 56–65. — <https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2014.06.001>.
51. Чурсинов Ю. А. Применение органических кислот и их смесей в качестве стимулятора прорастания семенного материала / Ю. А. Чурсинов, Е. С. Ковалева // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. — 2019. — № 6. — С. 31–34. — <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34>.
52. Kovaliova O. Investigation of the intensive technology of food sprouts using organic acids / O. Kovaliova, Y. Tchursinov, V. Kalyna, T. Khromenko, E. Kunitsia // *"EUREKA: Life Sciences"*. *Food Science and Technology*. — 2020. — No. 2. — P. 45–53. — <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001204>.
53. Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products

- [Electronic resource] / O. Kovaliova, Yu. Tchursinov, V. Kalyna et al. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 2020. — Vol. 2/11 (104). — P. 61–68. — <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>.
54. Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds / O. Kovalova, N. Vasylieva, S. Stankevych et al. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 2023. — Vol. 2. — No. 11 (122). — P. 99–111. — <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>.
  55. Півоваров О. А. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько. — Дніпро : ФОП Обдимко О. С., 2022. — 407 с.
  56. Півоваров О. А. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: навч. посіб. / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько. — Дніпро : ДДАЕУ, 2023. — 325 с.
  57. Півоваров О. А. Інноваційні стимулятори проростання зерна природного походження / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, Х. В. Мацюк // *Наука, технології, інновації*. — 2022. — № 4 (24). — С. 31–44. — <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-4-03>.
  58. Ковальова О. С. Виробництво харчових проростків з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів / О. С. Ковальова // *Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв: матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.* — Прага : Oktan Print s.r.o., 2021. — С. 187–188. — <https://doi.org/10.46489/IDOHAR-310509>.
  59. Ковальова О. С. Особливості озонування технологічних розчинів при виробництві солоду / О. С. Ковальова, А. О. Перкова, К. В. Савітченко // *Вісник НТУ “ХПІ”*. — 2018. — № 45 (1321). — С. 166–172. (Серія: Нові рішення в сучасних технологіях). — <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.45.23>.
  60. Deou Ja. Control of the rheological properties of chocolate suspensions by optimizing the morphological properties of the particles / Janine Deou // *Materials Science [cond-mat.mtrl-sci]*. — Université Gustave Eiffel, 2021. — English. NNT: 2021UEFL2012.
  61. How sensory sensitivity to graininess could be measured? / S. Puleo, N. A. Miele, S. Cavella, P. Masi, R. Di Monaco // *Journal of Texture Studies*. — 2020. — Vol. 51. — Issue 2. — P. 242–251. — <https://doi.org/10.1111/jtxs.12487>.
  62. Dahlenborg H. Effect of particle size in chocolate shell on oil migration and fat bloom development / H. Dahlenborg, A. Millqvist-Fureby, B. A. Bergenstahl // *Journal of Food Engineering*. — 2015. — No. 146. — P. 172–181. — <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.008>.
  63. Afoakwa E. O. Chocolate Science and Technology / Emmanuel Ohene Afoakwa. — 2010. — <https://doi.org/10.1002/9781444319880.ch3>.
  64. Indiarto R. The Chocolate Conching Technique and Its Impact on Physicochemical Properties: A Mini-Review / R. Indiarto, E. Subroto, N. Sukri // *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. — 2021. — Vol. 9. — No. 6. — P. 785–790. — <https://doi.org/10.30534/ijeter/2021/25962021>.
  65. Covaliov E. Walnut paste: a healthy alternative for nutella consumers / E. Covaliov, R. Siminiuc, V. Popovici // *The Eurasia Proceedings of Health, Environment and Life Sciences (EPHELs)*. — 2022. — No. 7. — P. 28–35. — <https://doi.org/10.55549/ephels.49>.
  66. Кірюнова К. Д. Обґрунтування критерію вибору та рецептури шоколадної пасти з солодовим наповнювачем / К. Д. Кірюнова // *Modern research in world science: The 9 th International scientific and practical conference (Lviv, Ukraine, 28–30.11.2022)*. — Lviv, 2022. — P. 492.
  67. Чурсінов Ю. О. Особливості виробництва круп із солоду [Електронний ресурс] / Ю. О. Чурсінов, О. А. Півоваров, О. С. Ковальова // *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. — 2015. — № 1 (91). — С. 91–97. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetapk\\_2015\\_1\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetapk_2015_1_20).
  68. Півоваров О. А. Розщеплення білків в солодовому зерні при використанні водних розчинів, оброблених контактною плазмою [Електронний ресурс] / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова // *Вопросы химии и химической технологии*. 2010. — № 6. — С. 110–114. — Режим доступу: <https://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHNT/2010/6/Pivovarov.pdf>.

## REFERENCES

1. Sobirjonovna, S. S., & Kamaridinova, F. (2021). Analysis of Chocolate Paste Market Demand from the Perspective of Navoi, Uzbekistan. *International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology*. 1(6), 34–42. Retrieved from: <https://openaccessjournals.eu/index.php/ijiaet/article/view/579>.
2. Quispe-Chambilla, Lucero, Augusto Pumacahua-Ramos, David Choque-Quispe, Francisco Curro-Pérez, Hilka Mariela Carrión-Sánchez, Diego E. Peralta-Guevara, Mery Luz Masco-Arriola, Henry Palomino-Rincón, & Carlos A. Ligarda-Samanez. (2022). Rheological and Functional Properties of Dark Chocolate with Partial Substitution of Peanuts and Sacha Inchi. *Foods*. 11 (8), 1142. <https://doi.org/10.3390/foods11081142>.
3. Pamela Makafui Amevor, Damian Laryea & John Barimah. (2018). Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread. *Cogent Food & Agriculture*. 4, 1. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1480180>.
4. Albondary, Ahmed, Fatemah Albondary, & Amit K. Jaiswal. (2022). Chocolate: Health, Processing, and Food Safety. *A Glance at Food Processing Applications*. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104819>.
5. Gunnars, K. (2021). 7 Proven Health Benefits of Dark Chocolate. Retrieved from: <https://www.healthline.com/nutrition/7-health-benefits-dark-chocolate>.
6. Martín, M. A., Goya, L., & de Pascual-Teresa, S. (2020). Effect of Cocoa and Cocoa Products on Cognitive Performance in Young Adults. *Nutrients*. 12 (12), 3691. <https://doi.org/10.3390/nu12123691>.
7. Abdurahmanova, D. N., Madaminova, M. Sh., & Saldullaeva, A. F. (2016). Preeklampsiya — aktual'naya problema v sovremenom akusherstve [Preeclampsia is a current problem in modern obstetrics]. *International scientific review*. 5 (15), 111–113. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/preeklampsiya-aktualnaya-problema-v-sovremenno-m-akusherstve>. [in Russ.].
8. Kondratiuk, N. V., & Harkusha, I. M. (2016). Doslidzhennia ta analiz skladu shokoladno-horikhovoi pasty z polifunktsionalnyimi vlastyvostyamy [Research and analysis of the composition of chocolate-nut paste with multifunctional properties]. *VEZhPT*. 10, 79. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

- doslidzhennya-ta-analiz-skladu-shokoladno-gorihovoyi-pasti-z-polifunktsionalnimi-vlastivostyami [in Ukr.].
9. Attahmid, Nur Fitriani, Yusuf Hidayat, Muhammad. Pirman, syahriati, & Rahmiah, S. (2020). Physico-chemical, antioxidant and sensory properties of chocolate spread fortified with jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) flour. *Food Research*. 4, 2147–2155. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).262](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).262).
  10. (2012). Chocolate spread more popular than marmalade. *British Dental Journal*. 212, 411. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2012.401>.
  11. Goya, L., Kongor, J. E., & de Pascual-Teresa, S. (2022). From Cocoa to Chocolate: Effect of Processing on Flavanols and Methylxanthines and Their Mechanisms of Action. *International Journal of Molecular Sciences*. 23 (22), 14365. <https://doi.org/10.3390/ijms232214365>.
  12. Badrie, N., Bekele, F., Sikora, E., & Sikora, M. (2015). Cocoa Agronomy, Quality, Nutritional, and Health Aspects: Critical Reviews. *Food Science and Nutrition*. 55 (5), 620–659. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.669428>.
  13. (2006). DSTU-4391:2005. Kakao-poroshok. Zahalni tekhnichni umovy [Cocoa powder. General technical conditions]. Kyiv, 14 p. [in Ukr.].
  14. Nehlig, A. (2013). The neuroprotective effects of cocoa flavanol and its influence on cognitive performance. *Br. J. Clin Pharmacol*. 75 (3), 716–27. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04378.x>.
  15. Cooper, K. A., Donovan, J. L., Waterhouse, A. L., & Williamson, G. (2008). Cocoa and health: a decade of research *British Journal of Nutrition*. 99 (1), 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0007114507795296>.
  16. Matissek, R. (1997). Evaluation of xanthine derivatives in chocolate — nutritional and chemical aspects. *Z Lebensm Unters Forsch*. 205, 175–184. <https://doi.org/10.1007/s002170050148>.
  17. Martínez-Pinilla, E., Ofatibia-Astibia, A., & Franco, R. (2015). The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption. *Frontiers in Pharmacology*. 6. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00030>.
  18. Brenda de Nazaré do Carmo Brito, Renan Campos Chisté, Rosinelson da Silva Pena, Maria Beatriz Abreu Gloria, Alessandra Santos Lopes. (2017). Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry*. 228, 84–490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.004>.
  19. Lipets, A. A., Lohvin, V. M., Skoryk, K. D., Ukrainets, A. I., & Kupchyk, M. P. (2015). Vyroshchuvannia ta zberihannia tsukrovoykh buriakiv. Vydobuvannia sakharozy [Cultivation and storage of sugar beets. Extraction of sucrose]. Kyiv, 288 p. [in Ukr.].
  20. (2006). DSTU 4623-2006. Tsukor bilyi. Tekhnichni umovy [White sugar. Specifications]. Kyiv. [in Ukr.].
  21. Jankuloska, V., Kalevska, T., & Nikolovska Nedelkoska, D. (2020). Components in vegetable oils as ingredients of functional foods. *Knowledge. International Journal*. 40 (3), 579–584. Retrieved from: <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/864>.
  22. Zhao, X., Xiang, X., Huang, J., Ma, Y., Sun, J., & Zhu, D. (2021). Studying the Evaluation Model of the Nutritional Quality of Edible Vegetable Oil Based on Dietary Nutrient Reference Intake. *ACS Omega*. 6 (10), 6691–6698. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c05544>.
  23. (2006). DSTU 4492:2005. Oliia soniashnykova. Tekhnichni umovy [Sunflower oil. Specifications]. Kyiv, 26 p. [in Ukr.].
  24. Bai, Ge, Ma, Chuanguo, & Chen, Xiaowei (2021). Phytosterols in edible oil: Distribution, analysis and variation during processing. *Grain & Oil Science and Technology*. 4 (1), 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2020.12.003>.
  25. Ying, Zh., Weiwei, Zh., Yong, L., Baohong, Zh., & Dangquan, Zh. (2020). Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01315>.
  26. (2006). DSTU 4556:2006. Moloko sukhe shvydkorozhynne. Tekhnichni umovy [Dry milk is quick-dissolving. Specifications]. Kyiv. [in Ukr.].
  27. Petrović, Sanja M., Savić, Saša R., & Petronijević, Živomir, B. (2016). Macro- and micro-element analysis in milk samples by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Acta Periodica Technologica*. 47, 51–62.
  28. Górská-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W., & Czeczotko, M. (2019). Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet. *Nutrients*. 11(8), 1771. <https://doi.org/10.3390/nu11081771>.
  29. Paszczyk, B. (2022). Cheese and Butter as a Source of Health-Promoting Fatty Acids in the Human Diet. *Animals (Basel)*. 12 (23), 3424. <https://doi.org/10.3390/ani12233424>.
  30. Pădureț, S. (2021). The Effect of Fat Content and Fatty Acids Composition on Color and Textural Properties of Butter. *Molecules*. 26 (15), 4565. <https://doi.org/10.3390/molecules26154565>.
  31. Rønholt, S., Mortensen, K., & Knudsen, J. C. (2013). The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12, 468–482. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12022>.
  32. Pimpin, L., Wu, J. H., Haskelberg, H., Del Gobbo, L., & Mozaffarian, D. (2016). Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality. *PLoS One*. 11 (6), e0158118. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158118>.
  33. (2006). DSTU 4399:2005. Maslo vershkove. Tekhnichni umovy [Butter. Specifications]. Kyiv, 15 p. [in Ukr.].
  34. Pivovarov, O., Kovaliova, O., & Koshulko, V. (2020). Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. *Ukrainian Food Journal*. 9 (3), 575–587. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>.
  35. Pivovarov, O., & Kovaliova, O. (2019). Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids. *Food Science and Technology*. 13 (1), 83–89. <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>.
  36. Pivovarov, O., Kovaliova, O., Khromenko, T., & Shuliakevych, Z. (2017). Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids. *Food Science and Technology*. 11 (4), 29–35. <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i4.728>.
  37. Kovalova, O. S., Chursinov, Yu. O., & Kofan, D. D. (2018). Research of hydrothermal processing of dry barley malt. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 18 (4), 13–18. Retrieved from: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/1622/1/3.pdf>.
  38. Kumar, P. (2015). Optimization of chocolate spread by using RSM. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39, 745–757. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12284>.
  39. Peng, M., Lu, D., Liu, J., Jiang, B., & Chen, J. (2021). Effect of Roasting on the Antioxidant Activity, Phenolic Composition, and Nutritional Quality

- of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) *Seeds. Front Nutr.* 10 (8), 647354. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.647354>.
40. Tamanna, N., & Mahmood, N. (2015). Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. *Int J Food Sci.* 2015, 526762. <https://doi.org/10.1155/2015/526762>.
41. Foziljonov, Sh. F. Ugli, & Numonjonov, M. G. Ugli. The effect of certain substances on the growth of pumpkin seeds. *Science and Education.* 1 (4), 30–33. <https://doi.org/10.24412/FiWvUadSp30>.
42. Batool, M., Ranjha, M., Roobab, U., Manzoor M. F., Farooq, U., & Nadeem, H. R. et al. (2022). Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants.* 11 (11), 1394. <https://doi.org/10.3390/plants11111394>.
43. Differences between malt and pumpkin seed. Retrieved from: <https://foodstruct.com/compare/malt-vs-pumpkin-seed>.
44. Dotto, J. M., & Chacha, J. S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African.* 10, e00575. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575>.
45. Pivovarov, O. A., & Kovalova, O. S. (2020). Suchasni metody intensyfikatsii solodoroshchennia [Modern methods of intensification of malting]. Dnipro, 248 p. [in Ukr.].
46. Manzocco, L., Calligaris, S., Camerin, M., Pizzale, L., & Nicoli, M. C. (2014). Prediction of firmness and physical stability of low-fat chocolate spreads. *Journal of Food Engineering.* 126, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.10.042>.
47. Kalic, M., Krstonošić, V., Hadnađev, M., Gregersen, S. B., Jovanović L., Ljeskovic, N. J., & Wiking, L. (2018). Impact of different sugar and cocoa powder particle sizes on crystallization of fat used for the production of confectionery products. *Journal of Food Processing and Preservation.* 42. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13848>.
48. Cavella, S., Miele, N. A., Fidaleo, M., Borriello, A., & Masi, P. (2020). Evolution of particle size distribution, flow behaviour and stability during mill ball refining of a white chocolate flavouring paste. *LWT.* 132, 109910. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109910>.
49. Vidal Gonçalves, Estela; Caetano da Silva Lannes, Suzana. (2010). Chocolate rheology. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 30 (4), 845–851.
50. Ardakani, H. A., Mitsoulis, E., & Hatzikiriakos, S. G. (2014). Capillary flow of milk chocolate. *Journal of non-Newtonian Fluid Mechanics,* 210, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2014.06.001>.
51. Chursinov, Yu. A., & Kovaleva, E. S. (2019). Prime-nenie organicheskikh kislot i ih smesey v kachestve stimulyatora prorstaniya semennogo materiala [The use of organic acids and their mixtures as a stimulator of seed germination]. *Vestnik Rossijskoj Sel'skohozyajstvennoj nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science]. 6, 31–34. <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34> [in Russ.].
52. Kovaliova, O., Tchursinov, Y., Kalyna V., Khromenko, T., & Kunitsia, E. (2020). Investigation of the intensive technology of food sprouts using organic acids. "EUREKA: Life Sciences". *Food Science and Technology.* 2, 45–53. <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001204>.
53. Kovaliova, O., Tchursinov, Yu., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., & Chernukha, A., et al. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2 (11(104)), 61–68. <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>.
54. Kovalova, O., Vasyliieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., & Gontar, T., et al. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2 (11 (122)), 99–111. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>.
55. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2022). Innovatsiyni inzhynirynh v okremykh haluziakh kharchovoho vyrobnytstva [Innovative engineering in certain branches of food production]. Dnipro, 407 p. [in Ukr.].
56. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2023). Innovatsiini metody vyznachennia pokaznykiv yakosti zerna [Innovative methods of determining grain quality indicators]. Dnipro, 325 p. [in Ukr.].
57. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Matsiuk, Kh. V. (2022). Innovatsiini stymuliatory prorstannia zerna pryrodnoho pokhodzhennia [Innovative stimulators of grain germination of natural origin]. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii* [Science, technology, innovation]. 4 (24), 31–44. <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-4-03> [in Ukr.].
58. Kovalova, O. S. (2021). Vyrobnnytstvo kharchovykh prorstkiv z vykorystanniam plazmokhimichno aktyvovanykh vodnykh rozchyniv [Production of food sprouts using plasma-chemically activated aqueous solutions]. *II Innovatsiyni rozvytok hotelno-restorannoho hospodarstva ta kharchovykh vyrobnytstv* [Innovative development of the hotel and restaurant industry and food production: International Science-Practice internet conference]. Praha. P. 187–188. <https://doi.org/10.46489/IDO-HAR-310509> [in Ukr.].
59. Kovalova, O. S., Perkova, A. O., & Savitchenko, K. V. (2018). Osoblyvosti ozonuvannia tekhnolohichnykh rozchyniv pry vyrobnytstvi solodu [Features of ozonation of technological solutions during malt production]. *Visnyk NTU "KhPI"* [Bulletin of NTU "KhPI"]. 45 (1321), 166–172. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.45.23> [in Ukr.].
60. Janine Deou (2021). *Control of the rheological properties of chocolate suspensions by optimizing the morphological properties of the particles.* Materials Science [cond-mat.mtrl-sci]. Université Gustave Eiffel. English. NNT: 2021UEFL2012.
61. Puleo, S., Miele, N. A., Cavella, S., Masi, P., & Di Monaco, R. (2020). How sensory sensitivity to graininess could be measured? *Journal of Texture Studies.* 51, 242–251. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12487>.
62. Dahlenborg, H., Millqvist-Fureby, A., & Bergenstahl, B. (2015). Effect of particle size in chocolate shell on oil migration and fat bloom development. *Journal of Food Engineering.* 146, 172–181. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.008>.
63. Afoakwa, E. O. (2010). Chocolate Science and Technology. Dr Emmanuel Ohene Afoakwa. <https://doi.org/10.1002/9781444319880.ch3>.
64. Indiarito, R., Subroto, E., & Sukri, N. (2021). The Chocolate Conching Technique and Its Impact on Physicochemical Properties: A Mini-Review. 9, 785–790. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2021/25962021>.
65. Covaliov, E., Siminiuc, R., & Popovici, V. (2022). Walnut paste: a healthy alternative for nutella consumers. The Eurasia Proceedings of Health. *Environment and Life Sciences (EPHLS).* 7, 28–35. <https://doi.org/10.55549/ephels.49>.

66. Kirianova, K. D. (2022). Obgruntuvannia kryteriiu vyboru ta retseptury shokoladno i pasty z solodovym napovniuvachem [Justification of the selection criteria and recipe of chocolate paste with malt filling. *Modern research in world science: 9 th International scientific and practical conference*. Lviv, 1977 p. [in Ukr.].
67. Chursinov, Yu. O., Pivovarov, O. A., & Kovalova, O. S. (2015). Osoblyvosti vyrobnytstva krup iz solodu [Peculiarities of production of groats from malt]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK* [Technology, energy, transport of agricultural industry]. 1 (91), 91–97. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetapk\\_2015\\_1\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetapk_2015_1_20) [in Ukr.].
68. Pivovarov, O. A., & Kovalova, O. S. (2010). Rozshcheplennia bilkiv v solodovomu zerni pry vykorystanni vodnykh rozchyniv, obroblenykh kontaktnoiu plazmoi [Cleavage of proteins in malt grain using aqueous solutions treated with contact plasma]. *Voprosy himii i himicheskoy tekhnologii* [Questions of chemistry and chemical technology]. 6, 110–114. Retrieved from: <https://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHHT/2010/6/Pivovarov.pdf> [in Ukr.].

**O. A. PIVOVAROV**, D. Sc. of Engineering, Professor

**O. S. KOVALOVA**, PhD in Engineering, Associate Professor

**A. M. PUHACH**, D. Sc. in Science in Public Administration, Professor

**K. D. KIRIANOVA**, Master

## PRODUCTION OF CHOCOLATE PASTE WITH MALT FILLER

**Abstract.** *The work shows the expediency of using pumpkin malt in the production of chocolate paste. The novelty consists in the creation of an innovative product with a balanced composition and an ideal ratio of filler (pumpkin malt) to chocolate mass. The developed recipe has increased nutritional value and high quality, confirmed by organoleptic indicators. Due to the addition of pumpkin malt, the content of protein, fiber and essential substances in the chocolate paste increases. In the course of experimental research, the quantitative presence of macro- and micro-elements, proteins was determined, and the composition of the amino acid crust of pumpkin malt was analyzed. The developed product is recommended for consumption by people who take care of their health, people with diabetes, athletes, children and generally all segments of the population.*

**Keywords:** chocolate paste, pumpkin malt, proteins, amino acids, healthy food.

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Піваров Олександр Андрійович** — д-р техн. наук, проф., проф. кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., Україна, 49000; +38 (097) 342-46-60; apivo@ua.fm; ORCID: 0000-0003-0520-171X

**Ковальова Олена Сергіївна** — канд. техн. наук, доц. кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., Україна, 49000; +38 (096) 781-29-64; livre@i.ua; ORCID: 0000-0002-9508-2701

**Пугач Андрій Миколайович** — д-р наук з держ. упр., проф., проф. кафедри тракторів і сільськогосподарських машин, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., Україна, 49000; +38 (068) 207-18-45; anpugach13@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5586-424X

**Кірьянова Катерина Денисівна** — магістр кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., Україна, 49000; +38 (095) 156-63-27; kate\_rina15@ukr.net

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Pivovarov O. A.** — D. Sc. in Engineering, Professor, Professor of the Department of Food Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhiy Yefremov Str., 25, Dnipro, Ukraine, 49000; +38 (097) 342-46-60; apivo@ua.fm; ORCID: 0000-0003-0520-171X

**Kovalova O. S.** — PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhiy Yefremov Str., 25, Dnipro, Ukraine, 49000; +38 (096) 781-29-64; livre@i.ua; ORCID: 0000-0002-9508-2701

**Puhach A. M.** — D. Sc. in Science in Public Administration, Professor, Professor of the Department of Tractors and Agricultural Machinery, Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhiy Yefremov Str., 25, Dnipro, Ukraine, 49000; +38 (068) 207-18-45; anpugach13@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5586-424X

**Kirianova K. D.** — Master of the Department of Food Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhiy Yefremov Str., 25, Dnipro, Ukraine, 49000; +38 (095) 156-63-27; kate\_rina15@ukr.net



**В. І. ОВЧАРОВ**, д-р техн. наук, проф.

**Л. О. СОКОЛОВА**, канд. техн. наук, доц.

**О. А. ПАНФІЛОВА**, магістр

## ТРАНСФЕР МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ВУЛКАНІЗАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛАСТОМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ

**Резюме.** У статті схарактеризовано методики та стандарти визначення основних реокінетичних параметрів процесу вулканізації еластомерних композицій, зокрема міжнародний стандарт ASTM DIN 53529, що успішно впроваджується для розв'язання проблем шинного виробництва на ТОВ "РОСАВА ТАЙЕРС" (м. Біла Церква). На підставі експериментальних даних отриманих на віброреометрі безроторного типу марки MDR 3000 Professional компанії MonTech Werkstoffprufmaschinen GmbH встановлено співвідношення та рівень лінійного кореляційного зв'язку між характеристиками ізоTERM зшивання модельних ненаповнених і наповнених еластомерних композицій на основі нестереорегулярного за будовою бутадієн-α-метилстирольного каучуку (за наявності технологічних активних добавок), розрахованих у відповідності до стандарту ASTM DIN 53529 і за відомими методиками. Показано особливості використання окремих параметрів, отриманих із допомогою аналітичного забезпечення MonControl.

**Ключові слова:** вулканізація, вулканетрія, еластомерні композиції, характеристики ізоTERM зшивання, кореляційний зв'язок.

### ВСТУП

Вулканізація — це технологічний процес, під час якого гумова суміш у результаті утворення вулканізаційної сітки перетворюється на гуму — носій цінних фізико-механічних і експлуатаційних властивостей [1].

Вивчення кінетики вулканізації постає основою під час розроблення механізму хімічних процесів, які протікають при утворенні вулканізаційних зшивок в еластомерах, а також є дуже важливим для керування технологічними процесами виготовлення гумових виробів.

Для оцінки кінетики вулканізації існують різні хімічні та фізичні методи [2; 3]. Хімічні методи дають змогу оцінити кінетику вулканізації за витратою агента вулканізації або окремих компонентів вулканізуювальної групи, зміною числа вулканізаційних зшивок. Фізичні методи засновані на визначенні фізико-механічних властивостей зразків, виготовлених протягом різного часу вулканізації. Важливу увагу приділяють приладам, за допомогою яких можуть бути розв'язані і виробничі, і наукові проблеми. Зокрема, це: вулканетрія, що слугує для аналізу перебігу процесу вулканізації гумових сумішей, здатних до зшивання; вулканетри — прилади для реєстрування перебігу процесу вулканізації за допомогою періодично-механічної деформації, результатом якої стає можливою експериментально-кінетична оцінка ізоTERM зшивання.

Ці прилади базуються на статичній теорії еластичності гуми, згідно з якою модуль зсуву тривимірного полімеру пропорційний щільності зшивок [5].

Придбання та ефективне використання сучасних віброреометрів (вулканетрів) безроторного типу, наприклад, MDR 3000 Professional виробництва компанії MonTech Werkstoffprufmaschinen GmbH тощо, підприємством ТОВ "РОСАВА ТАЙЕРС" (м. Біла Церква) відповідно до міжнародного стандарту ASTM DIN 53529 [6–8] дає змогу досліджувати каучуки та сировину, еластомерні композиції та їх властивості не лише в умовах лабораторії, а й безпосередньо на виробництві [9]. У зв'язку з широким імпортозаміщенням компонентів гумових сумішей в Україні, одночасне використання каучуків та інгредієнтів різних виробників віброреометр цього типу дозволяє чітко визначити функціональність дії і якість кожного з інгредієнтів загалом.

Перехід на міжнародні стандарти для оцінювання якості сировини і матеріалів гумових виробництв потребує не лише нових приладів, а й освоєння відповідної методичної бази.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

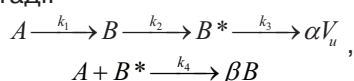
Нині існує широкий перелік методик і стандартів для визначення кінетичних характеристик процесу вулканізації гумових сумішей. Однак

наскільки вони співпадають за рівнем значення одного й того ж кінетичного параметра, отриманого за різними методиками? У чому полягають особливості використання міжнародного стандарту ASTM DIN 53529, який вперше впроваджується на вітчизняних виробництвах, відносно раніше відомих стандартів і методик вулканетрії? Відповідь на ці запитання можуть дати лише експериментальні дослідження на сучасному обладнанні та статистична обробка масивів отриманих даних.

Метою пропонованої увазі читачів статті стало встановлення співвідношень та рівня кореляційного зв'язку між характеристиками ізотерм зшивання еластомерних композицій, розрахованих за різними методиками, зокрема ASTM DIN 53529.

### АНАЛІЗ ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

Процес сірчаної вулканізації дієнових каучуків із позиції, яку розвинув А. У. Coran [3; 10; 11], теорії індукційного періоду охоплює чотири основні стадії



де  $A$  — концентрація прискорювача або продуктів його взаємодії з сіркою, стеаринової кислотою і оксидом цинку;

$B$  та  $B^*$  — концентрація попередника зшивання і його активної форми відповідно;

$V_u$  — концентрація поперечних зв'язків (вулканізаційних зшивок);

$\alpha, \beta$  — стехіометричні коефіцієнти;

$k_1, k_2, k_3, k_4$  — константи швидкості відповідної реакції.

Вуглеводень каучуку в цій моделі не включено, оскільки його концентрація практично є постійною в ході процесу.

Можна побачити, що при  $k_4 \gg k_3$  зшивання повинно бути повністю уповільнено до кінцевого вичерпання продукту  $A$ . Передбачається, що й утворення зшивок із  $B^*(k_3)$  та інгібування ( $k_4$ ) перебігають набагато швидше, ніж перетворення  $B$  у  $B^*(k_2)$ , а отже, реакція, що характеризується  $k_2$ , повинна бути лімітуючою стадією в головному періоді.

Для розрахунку констант  $k_1$  та  $k_2$  вулканетричні криві варто перебудувати в координатах  $\ln(M_{HF,HT} - M_v)$  від часу реакції  $t$  (рис. 1). Константу  $k_2$  визначають як тангенс кута нахилу прямолінійної частини кривої. Відповідно до літературних даних [11], константа швидкості вулканізації  $k_2$ , знайдена за цією методикою, гарно корелює з її значеннями, отриманими за іншими незалежними методиками: за кількістю зв'язаної сірки, ступенем набря-

кання вулканізаторів. Константу  $k_1$  розраховують за формулою:

$$k_1 = k_2 \cdot Z. \quad (1)$$

Значення обирають відповідно до часу повної витрати прискорювача  $t_{dis}$  [10].

Константу швидкості вулканізації  $k_2$  розраховують за формулою:

$$k_2 = \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (2)$$

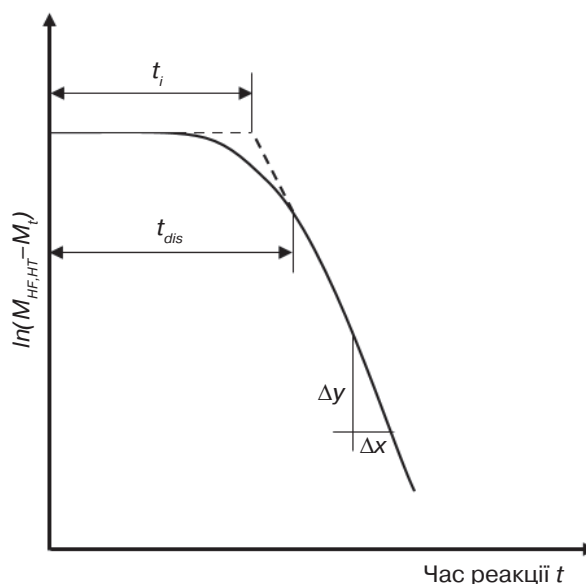
У праці [12] показано, що значення крутих моментів, які відповідають ступеню вулканізації 50 і 90 %, знаходяться на ділянці вулканізаційної кривої, яка добре описується рівнянням реакції першого порядку. Показник реакції вулканізації в головному періоді  $k_2$  можливо визначити за формулою:

$$k'_2 = \frac{1.608}{t_{90} - t_{50}}. \quad (3)$$

Ступінь залежності швидкості від зворотної величини абсолютної температури визначається величиною  $E$  — енергією активації, яку зазвичай виражають у кДж/моль. Величина енергії активації  $E$ , у певному сенсі, є ефективною (уявною, умовною) енергією активації, що відображає вплив певної лімітуючої реакції в сукупності реакцій, які перебігають при вулканізації, або певною середньою енергією активації сукупності близьких за швидкістю реакцій.

Після відповідних перетворень і переходу до десяткових логарифмів отримуємо вираз у загальному вигляді:

$$\lg k = \frac{-E}{2.30RT} + C. \quad (4)$$



**Рис. 1.** Загальний вигляд вулканетричної кривої:  $t_i$  — індукційний період зшивання;  $t_{dis}$  — час повної витрати прискорювача [3; 11]

де  $R$  — універсальна газова стала, 8,3144 Дж/(моль·К);  
 $T$  — абсолютна температура процесу вулканізації, К.

Отже, залежність  $lg_k$  від зворотної величини абсолютної температури описується прямою лінією, з нахилу якої отримуємо значення  $E$ . Коли відомі швидкості реакції при двох температурах, значення  $E$  можливо розрахувати за наступною формулою:

$$E = \frac{4.576T_1T_2}{T_2 - T_1} \lg \frac{k_2}{k_1}, \quad (5)$$

де  $T_1$  і  $T_2$  — абсолютні температури процесу вулканізації, К.

Значення енергії активації процесу вулканізації гумових сумішей зазвичай знаходяться в інтервалі від 80 до 150 кДж/моль і залежить від типу вулканізуючої системи та полімеру. Варто зауважити, що енергія активації процесу підвулканізації і вулканізації часто мають ідентичні значення [4].

Показник швидкості вулканізації пропорційний середній крутизні ізоТЕРми зшивання на стадії активного утворення вулканізаційних зшивок, а крутий момент вулкаметра пропорційний модулю зсуву еластомерної композиції при температурі випробувань. Відповідно до [4], показник швидкості вулканізації  $R_v$  розраховують за формулою:

$$R_v = \frac{100}{t_{c90} - t_s}, \quad (6)$$

де  $t_{c90}$  — оптимальний час вулканізації;  
 $t_s$  — час початку вулканізації [6].

Автори праці [12] показник швидкості вулканізації за даними віброреометрії оцінювали шляхом ділення приросту крутного моменту на різницю за формулою:

$$V = \frac{M_{tc90} - M_{ts}}{t_{c90} - t_s}, \quad (7)$$

де  $M_{tc90}$  — крутий момент на вулкаметричній кривій, що відповідає часу  $t_{c90}$ ;

$M_{ts}$  — крутий момент на вулкаметричній кривій, що відповідає часу  $t_s$  [4].

Показник швидкості  $V$  дозволяє враховувати відносну щільність вулканізаційних зшивок еластомерних композицій з однаковим значенням характеристики  $t_{c90} - t_s$  і є більш об'єктивним.

Швидкість хімічної реакції зазвичай зростає з підвищенням температури. Як підтверджує досвід, при підвищенні температури на 10 градусів швидкість реакції підвищується в 2–4 рази [15].

З появою останніми роками віброреометрів безротного типу компанії Alpha Technologies (RPA-2000) і компанії MonTech Werkstoffpruf-

maschinen GmbH (MDR 3000) відповідно до міжнародного стандарту ASTM DIN 53529 [6–8] аналіз хімічного процесу вулканізації еластомерів проводиться з використанням наступних характеристик — індукційного періоду, змінної реакції обміну, порядку реакції, константи швидкості реакції обміну, енергії активації та часу обміну за ізоТЕРмами зшивання без або з реверсією (**рис. 2**). Зупинимося на особливостях визначення характеристик за цим міжнародним стандартом.

ІзоТЕРмою зшивання є часова функція періодичної сили зсуву. ІзоТЕРма зшивання може показати максимум, плато або постійно зростаюче збільшення сили зсуву чи крутного моменту протягом більш тривалого часу випробувань. З кривої сили зсуву або крутного моменту  $F$  залежно від часу  $t$  (**рис. 2**) можуть бути взяті:

$$x = \frac{F_t - F_a}{F_{\max} - F_a}. \quad (8)$$

Змінна реакція обміну  $x$  є прямо порційною відносною щільності вулканізаційних зшивок і визначається за допомогою рівняння:

$$x = \frac{c_1}{c_{\max}} = \frac{F_t - F_a}{F_{\max} - F_a}, \quad (9)$$

де  $c_1$  — концентрація вулканізаційних зшивок відносно часу  $t$ ;

$c_{\max}$  — максимальна концентрація вулканізаційних зшивок відносно часу  $t_{F_{\max}}$ .

У процесі зшивання реакції обміну можуть бути представлені за законом швидкості реакції:

$$\frac{dx}{dt} = k^{(n)} \cdot (1-x)^n \quad t > t_i, \quad (10)$$

де  $\frac{dx}{dt}$  — швидкість реакції обміну;

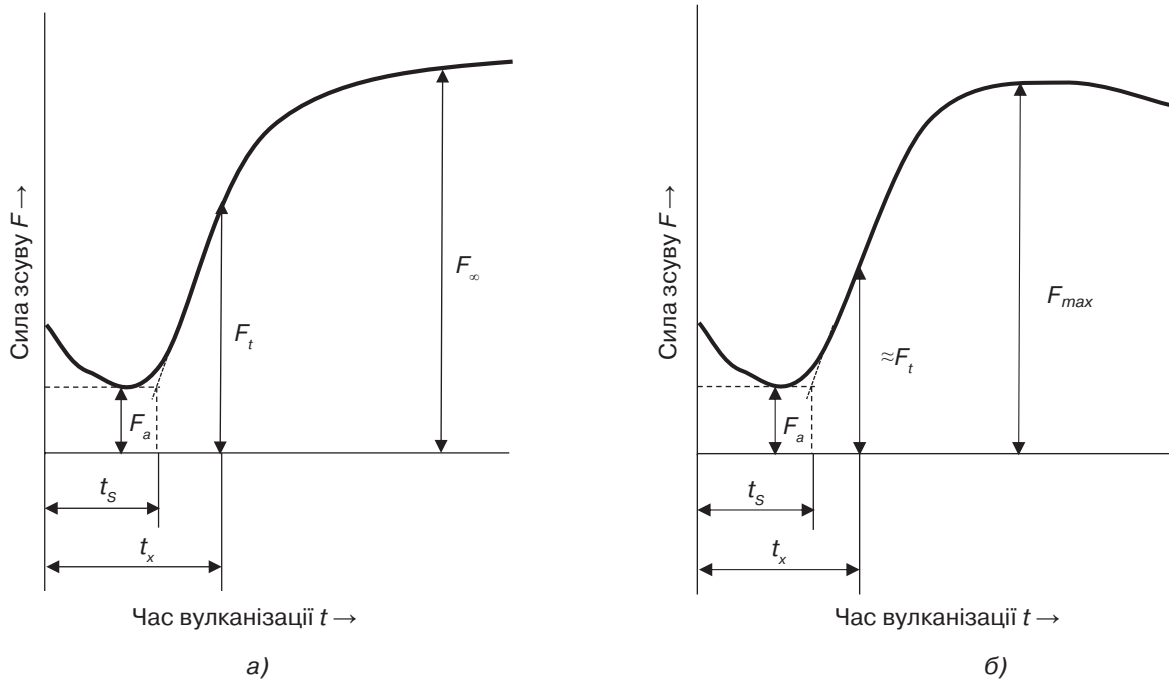
$k^{(n)}$  — константа швидкості реакції обміну  $n$ -го порядку;

$n$  — порядок реакції відносно до часу, тобто  $n$  вказує згідно з яким часовим законом протікає реакція зшивання.

Індукційний період  $t_i$  є часом від початку експерименту ( $t=0$ ) до початку зшивання, тобто часом підготовки, що передує реакції зшивання. Якщо  $n=1$ , то  $t_i$  є точкою перетину прямої реакції обміну з віссю часу (**рис. 3**).

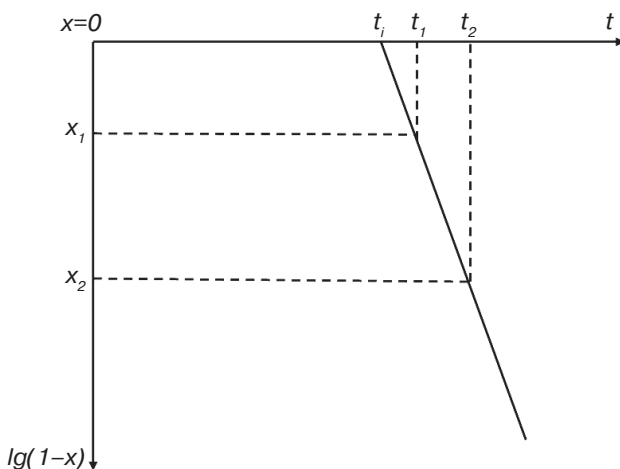
Визначення часу реакції обміну (часу вулканізації)  $t_x$ . Графічно  $t_x$  визначається шляхом зчитування часу  $t$  при реакції обміну (**рис. 4**).

Енергія активації  $E_A$  є характерною для хімічних реакцій константою, яка визначає витрату енергії для активації реакції, і тим самим залежність константи швидкості від температури. За умови, що порядок реакції  $n$  та кінцева концентрація поперечних зв'язків  $c_{\infty}$  не залежить від температури, для залежності константи



$F_{\max}$  — максимальна сила зсуву або крутний момент;  
 $F_a$  — мінімальна сила зсуву або крутний момент;  
 $F_t$  — проміжне значення сили зсуву або крутний момент;  
 $x$  — змінна реакція обміну;  
 $t_x$  — часові значення реакції обміну;  
 $t_s$  — час підвулканізації (початку вулканізації).

**Рис. 2.** Ізотерма зшивання гумової суміші без а) або з б) реверсією [7]



**Рис. 3.** Визначення індукційного періоду  $t_i$

швидкості реакції обміну  $k^{(n)}$  діє закон Ареніуса та Вант Гоффа:

$$k^{(n)} = k_0^{(n)} \cdot \exp \frac{-E_A}{R \cdot T}, \quad (11)$$

де  $E_A$  — енергія активації (Дж/моль);

$R$  — універсальна газова стала, 8,31 Дж/моль·К;  
 $k_0^{(n)}$  — похідна коефіцієнта частоти  $k_0^{(n)}$  та  $c_\infty^{n-1}$   
 $T$  — термодинамічна температура (К).

Значення  $E_A$  вираховується за нахилом спадаючої прямої наступним чином:

$$E_A = 19.1 \frac{\lg k_2^{(n)} - \lg k_1^{(n)}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \quad (12)$$

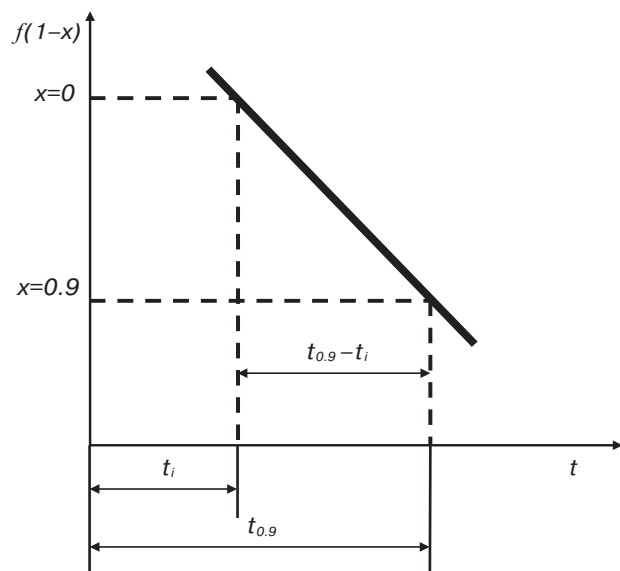
або для  $\frac{1}{t_x}$  та  $\frac{1}{t_i}$

$$E_A = 19.1 \frac{\lg \frac{1}{t_1} - \lg \frac{1}{t_2}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad t = (t_x \text{ або } t_i), \quad (13)$$

де  $k_1^{(n)}, k_2^{(n)}$  — константи швидкості реакції обміну при двох не дуже близьких один до одного значеннях температури;

$t_1, t_2$  — час зшивання, індукційний період або час реакції обміну при двох не дуже близьких один до одного значеннях температури.

У роботі було визначено реометричні параметри модельних ненаповнених і наповнених



**Рис. 4.** Визначення часу реакції обміну (часу вулканізації  $t_x$ ). Приклад визначення  $t_{0,9}$

гумових сумішей на основі синтетичного нестереорегулярного за будовою бутадієн- $\alpha$ -метилстирольного каучуку марки СКМС-30 АРК за наявності технологічних добавок (різного впливу на кінетику сірчаної вулканізації) у рівномасовому дозуванні 1,5 мас.ч. на 100,0 мас.ч. каучукової основи. Дослідження кінетики сірчаної вулканізації виконано на реометрі MDR 3000 Professional виробництва компанії MonTech Werkstoffprüfmaschinen GmbH, Deutschland відповідно до міжнародного стандарту ASTM DIN 53529 за умов  $T = 155^\circ\text{C}$ ,  $165^\circ\text{C}$ ;  $D = 50$  дН·м,  $100$  дН·м;  $t = 60$  хв. За отриманими ізотермами вулканізації здійснено розрахунок параметрів вулканізації з допомогою аналітичного забезпечення MonControl реометра за DIN 53529, за використанням тривалий час ГОСТ 12535-84 та раніше наведеними нами методиками.

Для кількісного оцінювання тісноти зв'язку між двома реокінетичними характеристиками в роботі було використано вибіркового коефіцієнт лінійної кореляції – коефіцієнт кореляції Пірсона  $r$ , розрахований за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(z_i - \bar{z})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}}, \quad (14)$$

де  $y_i, z_i$  — кожне поточне значення функції в області експерименту;

$\bar{y}, \bar{z}$  — середнє значення функції відгуку в області дослідження [23; 24].

Значущість отриманих коефіцієнтів кореляції перевірялася з використанням розподілу Стюдента [17].

Для об'єму вибірки  $N = 7$  число ступенів свободи  $f = 5$ , довіреної вірогідності  $q = 0,05$  значимими коефіцієнтами кореляції за умови виконання співвідношення між розрахованими ( $t_p$ ) та табличними ( $t_T$ ) рівнем критерію Стюдента  $t_p > t_T$ . У цьому випадку значення параметра  $t_T$  дорівнює 2,57.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Згідно з даними у **табл. 1**, середній рівень показника умовна константа швидкості вулканізації  $k'$ , розрахованого за методикою [12] з використанням часу досягнення 50 і 90 % ступеня зшивання, поступається в 1,2 раза середньому рівню показника  $k''$ , розрахованого з використанням часу досягнення 25 і 75 % ступеня зшивання за DIN 53529. Він поступається в 1,15 раза середньому рівню параметра  $k''$ , розрахованого за тангенсом кута прямої, побудованої в напівлогарифмічній системі координат  $\ln(M_{HF,HR} - M_0)/t$  [3]. Відповідно, рівень розрахованих значимих коефіцієнтів парної лінійної кореляції (**табл. 1**) свідчить про високу позитивну кореляцію між умовними константами швидкості вулканізації  $k', k'', k'''$  і можливість отримання достовірних даних характеристики процесу вулканізації еластомерних композицій із використанням більш простих розрахунків, зокрема аналітичного забезпечення реометра згідно з DIN 53529 ( $k''$ ).

Ще більш висока позитивна кореляція при-  
тамання показникам швидкості вулканізації, розрахованим за різними методиками (**табл. 1**). І все ж, автори цієї статті надають перевагу параметру  $V_C$ , у якому на відміну від показника швидкості вулканізації  $R_V$  [4] враховується приріст крутного моменту в основному періоді вулканізації еластомерної композиції, а не в окремій його точці за показником  $V_{max}$  (DIN 53529). Окрім того, підхід до визначення параметра  $V_{max}$  у координатах «швидкість вулканізації-час» у точці екстремуму ізотерми вулканізації характеризується в 2,5 раза вищим рівнем його ( $V_{max}$ ) середнього значення (**табл. 1**) у порівнянні з рівнем більш об'єктивного параметра  $V_C$ .

Аналіз рівня коефіцієнтів парної кореляції за показниками характеристик індукційного періоду вулканізації  $t_b, t_{dis}, t_{S1}, t_{S2}$  (**табл. 1**) показав наявність тісного лінійного зв'язку та більш чутливе оцінювання показників часу початку вулканізації за стандартом DIN 53529 відносно параметрів, що розраховані за реокінетичною кривою в системі координат  $\ln(M_{max} - M_0)/t$ .

У порівнянні з характеристиками процесу ізотермічної вулканізації при температурі  $165^\circ\text{C}$

Таблиця 1

Кінетичні характеристики сірчаної вулканізації ненаповнених еластомерних композицій із СКМС-30 АРК при 165 °С, розраховані за різними методиками, та кореляційний зв'язок між ними \*

| Показник                                                                      | Шифр еластомерної композиції |        |       |       |       |       |        | Середнє значення показника |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|----------------------------|
|                                                                               | 1                            | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      |                            |
| Умовна константа швидкості вулканізації, $k$                                  |                              |        |       |       |       |       |        |                            |
| $k' = 1,608/t_{90}-t_{50}$ , $\text{хв}^{-1}$ [12]                            | 0,263                        | 0,378  | 0,069 | 0,072 | 0,171 | 0,285 | 0,313  | 0,222                      |
| $k'' = 1.1/t_{0.75}-t_{0.25}$ , $\text{хв}^{-1}$ [7]                          | 0,346                        | 0,344  | 0,127 | 0,124 | 0,254 | 0,325 | 0,320  | 0,263                      |
| $k''' = \Delta y/\Delta x$ , $\text{хв}^{-1}$ [3]                             | 0,310                        | 0,400  | 0,180 | 0,170 | 0,340 | 0,330 | 0,370  | 0,300                      |
| Швидкість вулканізації                                                        |                              |        |       |       |       |       |        |                            |
| $R_v$ , $\text{хв}^{-1}$ [4]                                                  | 9,190                        | 10,410 | 3,480 | 3,420 | 9,490 | 8,800 | 10,180 | 7,853                      |
| $V_{max}$ , $\text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [7]                            | 6,800                        | 7,140  | 4,340 | 4,310 | 6,560 | 6,610 | 7,810  | 6,224                      |
| $V_C = M_{tc90}-M_{ts}/t_{c90}-t_s$ , $\text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [14] | 2,960                        | 3,290  | 0,980 | 0,960 | 2,960 | 2,560 | 3,390  | 2,443                      |
| Параметри індукційного періоду вулканізації                                   |                              |        |       |       |       |       |        |                            |
| $t_i$ , $\text{хв}$ [3]                                                       | 8,300                        | 9,000  | 8,000 | 8,300 | 8,400 | 7,800 | 6,500  | 8,021                      |
| $t_{dis}$ , $\text{хв}$ [3]                                                   | 9,000                        | 10,00  | 9,000 | 9,000 | 9,500 | 9,000 | 7,300  | 8,971                      |
| $t_{S1}$ , $\text{хв}$ [7]                                                    | 5,340                        | 5,350  | 5,140 | 5,170 | 5,220 | 4,290 | 3,810  | 4,903                      |
| $t_{S2}$ , $\text{хв}$ [7]                                                    | 6,520                        | 6,820  | 6,480 | 6,550 | 6,230 | 5,650 | 4,890  | 6,163                      |

Примітка: \*коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона [16] / критерій Стюдента  $t_p$  [17]

$r_{k',k''} = 0,944 / 6,398$ ;  $r_{k',k'''} = 0,923 / 5,364$ ;  $r_{k'',k'''} = 0,914 / 5,037$ ;

$r_{R_v,V_{max}} = 0,977 / 10,425$ ;  $r_{R_v,VC} = 0,994 / 20,320$ ;  $r_{V_{max},VC} = 0,985 / 12,764$ ;

$r_{t_i,t_{dis}} = 0,974 / 9,614$ ;  $r_{t_i,t_{s1}} = 0,906 / 4,786$ ;  $r_{t_i,t_{s2}} = 0,934 / 5,846$ ;  $r_{t_{dis},t_{s1}} = 0,965 / 8,228$ ;  $r_{t_{dis},t_{s2}} = 0,855 / 3,686$ .

ненаповнених модельних еластомерних композицій на основі синтетичного каучуку марки СКМС-30 АРК, кінетика вулканізації наповнених 40,0 мас.ч. (на 100 мас.ч. каучукової основи) технічного вуглецю марки N 330 має суттєві відмінності, пов'язані зі значним (у 3–4 рази) зменшенням тривалості параметрів індукційного періоду, з 2–3-разовим підвищенням рівня показників швидкості та умовної константи швидкості вулканізації (табл. 1, 2). Тобто посилюючий наповнювач N 330 окрім позитивного впливу на формування фізико-механічних властивостей еластомерних композицій та підвищення їх відносного ступеня зшивання за показником  $M_{ic90}-M_{is}$  суттєво пришвидшує і поглиблює процес сірчаної вулканізації, можливо, впливаючи на її хімізм.

Підтвердженням останньої гіпотези є зміна (відсутність) кореляційного зв'язку між більшістю показників параметрів індукційного періоду вулканізації, показниками швидкості і умовної константи швидкості вулканізації в основному періоді процесу зшивання наповнених гумових сумішей (табл. 2) у порівнянні з ненаповненими (табл. 1). Відсутність значимого кореляційного зв'язку між показниками  $V_{max}$  (DIN 53529) та показниками  $R_v$  та  $VC$  підтверджує певну неко-

ректність його використання для оцінювання основної стадії процесу вулканізації в часових межах  $t_{c90}-t_s$ . Відсутність лінійного кореляційного зв'язку між показниками індукційного періоду вулканізації  $t_i$ ,  $t_{dis}$  та  $t_{s1}$ ,  $t_{s2}$  (DIN 53529), вірогідно, свідчить про їх визначення на часових проміжках, що відрізняються за хімізмом процесу.

У табл. 3 наведені результати оцінювання кінетичних характеристик вулканізації модельних наповнених еластомерних композицій на основі СКМС-30 АРК при 155 °С. Варто зазначити, що рівень лінійних кореляційних зв'язків між наведеними реокінетичними параметрами близький до залежностей, визначених при 165 °С (табл. 2).

Маючи реокінетичні характеристики наповнених еластомерних композицій на основі СКМС-30 АРК при двох температурах процесу сірчаної вулканізації, нами було здійснено розрахунок параметра ефективна енергія активації  $E$  за умовними константами швидкості в основному періоді вулканізації  $E_1$  та  $E_2$  і показниками тривалості індукційного періоду ( $t_i$ )  $E_3$ , час повної витрати прискорювача ( $t_{dis}$ )  $E_4$ , час реакції обміну ( $t_{0,9}$ )  $E_5$  (табл. 4). Встановлено, що незалежно від методики розрахунку реокінетичної характеристики на стадії основного періоду

Таблиця 2

Кінетичні характеристики сірчаної вулканізації наповнених еластомерних композицій із СКМС-30 АРК при 165 °С, розраховані за різними методиками, та кореляційний зв'язок між ними\*

| Показник                                                                  | Шифр еластомерної композиції |       |       |       |       |       |       | Середнє значення показника |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
|                                                                           | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |                            |
| Умовна константа швидкості вулканізації, $k$                              |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $k' = 1,608/t_{90}-t_{50}, \text{хв}^{-1}$ [12]                           | 0,487                        | 0,681 | 0,662 | 0,605 | 0,540 | 0,341 | 0,541 | 0,551                      |
| $k'' = 1.1/t_{0,75}-t_{0,25}, \text{хв}^{-1}$ [7]                         | 0,671                        | 0,701 | 0,615 | 0,683 | 0,539 | 0,556 | 0,556 | 0,617                      |
| $k''' = \Delta y/\Delta x, \text{хв}^{-1}$ [3]                            | 0,560                        | 0,675 | 0,745 | 0,452 | 0,480 | 0,310 | 0,650 | 0,573                      |
| Швидкість вулканізації                                                    |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $R_v, \text{хв}^{-1}$ [4]                                                 | 18,90                        | 22,57 | 21,55 | 20,36 | 19,76 | 14,88 | 19,64 | 19,66                      |
| $V_{max}, \text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [7]                           | 20,66                        | 19,17 | 17,64 | 17,23 | 21,02 | 22,10 | 20,95 | 19,82                      |
| $VC = M_{tc90}-M_{ts}/t_{c90}-t_s, \text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [14] | 10,21                        | 12,06 | 10,71 | 10,30 | 10,74 | 8,26  | 11,19 | 10,50                      |
| Параметри індукційного періоду вулканізації                               |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $t_i, \text{хв}$ [3]                                                      | 2,30                         | 2,00  | 3,46  | 2,69  | 2,04  | 1,67  | 1,48  | 2,234                      |
| $t_{dis}, \text{хв}$ [3]                                                  | 3,00                         | 2,50  | 4,60  | 3,46  | 2,40  | 2,22  | 2,40  | 2,940                      |
| $t_{s1}, \text{хв}$ [7]                                                   | 1,10                         | 1,06  | 1,19  | 1,19  | 1,18  | 1,14  | 1,12  | 1,140                      |
| $t_{s2}, \text{хв}$ [7]                                                   | 1,31                         | 1,27  | 1,44  | 1,45  | 1,40  | 1,35  | 1,35  | 1,367                      |

**Примітка:** \*коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона [16] / критерій Стюдента  $t_p$  [17]  
 $r_{k',k''} = 0,529 / 1,394$ ;  $r_{k',k'''} = 0,639 / 1,858$ ;  $r_{k'',k'''} = 0,298 / 0,701$ ;  
 $r_{R_v,V_{max}} = -0,710 / 2,254$ ;  $r_{R_v,VC} = 0,919 / 5,212$ ;  $r_{V_{max},VC} = -0,406 / 0,993$ ;  
 $r_{t_i,t_{dis}} = 0,966 / 8,355$ ;  $r_{t_i,t_{s1}} = 0,535 / 1,416$ ;  $r_{t_i,t_{s2}} = 0,614 / 1,739$ ;  $r_{t_{dis},t_{s1}} = 0,607 / 1,708$ ;  $r_{t_{dis},t_{s2}} = 0,612 / 1,730$ .

Таблиця 3

Кінетичні характеристики сірчаної вулканізації наповнених еластомерних композицій із СКМС-30 АРК при 155 °С, розраховані за різними методиками, та кореляційний зв'язок між ними\*

| Показник                                                                  | Шифр еластомерної композиції |       |       |       |       |       |       | Середнє значення показника |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
|                                                                           | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |                            |
| Умовна константа швидкості вулканізації, $k$                              |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $k' = 1,608/t_{90}-t_{50}, \text{хв}^{-1}$ [12]                           | 0,156                        | 0,378 | 0,296 | 0,294 | 0,194 | 0,132 | 0,231 | 0,240                      |
| $k'' = 1.1/t_{0.75}-t_{0.25}, \text{хв}^{-1}$ [7]                         | 0,304                        | 0,303 | 0,334 | 0,332 | 0,297 | 0,239 | 0,301 | 0,302                      |
| $k''' = \Delta y/\Delta x, \text{хв}^{-1}$ [3]                            | 0,205                        | 0,405 | 0,405 | 0,239 | 0,234 | 0,150 | 0,310 | 0,272                      |
| Швидкість вулканізації                                                    |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $R_v, \text{хв}^{-1}$ [4]                                                 | 6,84                         | 11,30 | 10,79 | 10,32 | 8,28  | 6,26  | 9,07  | 8,978                      |
| $V_{max}, \text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [7]                           | 10,73                        | 8,96  | 10,16 | 9,30  | 12,02 | 12,85 | 11,50 | 10,789                     |
| $VC = M_{tc90}-M_{is}/t_{c90}-t_s, \text{дН}\cdot\text{м}/\text{хв}$ [14] | 3,73                         | 5,70  | 5,38  | 5,08  | 4,62  | 3,66  | 5,14  | 4,757                      |
| Параметри індукційного періоду вулканізації                               |                              |       |       |       |       |       |       |                            |
| $t_i, \text{хв}$ [3]                                                      | 5,00                         | 4,00  | 3,84  | 4,23  | 2,40  | 3,33  | 3,70  | 3,786                      |
| $t_{dis}, \text{хв}$ [3]                                                  | 6,00                         | 6,50  | 5,38  | 6,34  | 4,44  | 4,44  | 5,00  | 5,443                      |
| $t_{s1}, \text{хв}$ [7]                                                   | 1,79                         | 1,92  | 1,68  | 1,83  | 1,81  | 1,60  | 1,71  | 1,763                      |
| $t_{s2}, \text{хв}$ [7]                                                   | 2,36                         | 2,52  | 2,15  | 2,39  | 2,28  | 2,08  | 2,22  | 2,286                      |

**Примітка:** \*коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона [16] / критерій Стюдента  $t_p$  [17]  
 $r_{k',k''} = 0,626 / 1,795$ ;  $r_{k',k'''} = 0,853 / 3,655$ ;  $r_{k'',k'''} = 0,598 / 1,671$ ;  
 $r_{R_v,V_{max}} = -0,815 / 3,145$ ;  $r_{R_v,VC} = 0,970 / 8,922$ ;  $r_{V_{max},VC} = -0,688 / 2,12$ ;  
 $r_{t_i,t_{dis}} = 0,769 / 2,690$ ;  $r_{t_i,t_{s1}} = 0,205 / 0,468$ ;  $r_{t_i,t_{s2}} = 0,769 / 2,690$ ;  $r_{t_{dis},t_{s1}} = 0,395 / 0,961$ ;  $r_{t_{dis},t_{s2}} = 0,812 / 3,111$ .

Таблиця 4

**Ефективна енергія активації різних стадій процесу прискореної сірчаної вулканізації наповнених еластомерних композицій із СКМС-30 АРК та кореляційний зв'язок між ними\***

| Показник                            | Шифр еластомерної композиції |        |       |       |        |        |        | Середнє значення показника |
|-------------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|----------------------------|
|                                     | 1                            | 2      | 3     | 4     | 5      | 6      | 7      |                            |
| $E_1$ , кДж/моль [4]                | 156,64                       | 79,63  | 95,00 | 99,33 | 111,99 | 113,16 | 115,41 | 110,17                     |
| $E_2$ , кДж/моль [7]                | 156,27                       | 79,43  | 94,78 | 99,09 | 111,72 | 112,88 | 115,13 | 109,90                     |
| $E_3$ (за $t_i$ ), кДж/моль [7]     | 120,75                       | 148,58 | 24,36 | 94,17 | 95,66  | 107,79 | 114,13 | 100,80                     |
| $E_4$ (за $t_{dis}$ ), кДж/моль [7] | 107,79                       | 148,58 | 24,36 | 94,17 | 95,66  | 107,79 | 114,13 | 98,93                      |
| $E_5$ (за $t_{C90}$ ), кДж/моль [7] | 146,76                       | 104,78 | 98,02 | 98,87 | 124,43 | 125,18 | 111,74 | 115,68                     |

**Примітка:** \* коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона [16] / критерій Стюдента  $t_p$  [17]

$r_{E1,E2} = 1,00 / (-\infty)$ ;  $r_{E3,E4} = 0,99 / 17,45$ ;  $r_{E3,E5} = 0,38 / 0,91$ ;  $r_{E4,E5} = 0,28 / 0,66$ ;  $r_{E1,E5} = 0,88 / 4,23$ ;  $r_{E2,E5} = 0,88 / 4,23$ .

зшивання показників  $k'$ ,  $k''$ ,  $t_{C90}$  параметри  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_5$  мають високий рівень позитивної лінійної кореляції та близькі за значеннями показники. На стадії індукційного періоду зшивання за характеристиками  $t_i$ ,  $t_{dis}$  параметри  $E_3$ ,  $E_4$  між собою також близькі за рівнем показників і між ними спостерігається високий ступінь кореляції. Однак лінійна кореляція не спостерігається між параметрами  $E_5$ , з одного боку, і параметрами  $E_3$ ,  $E_4$  — з іншого. Це свідчить про те, що хімізм утворення попередника зшивання і його активної форми на початку сірчаної вулканізації полідієну відрізняється від хімізму процесу зшивання в головному періоді процесу вулканізації. Виходячи з рівня показника середнє значення показника  $E$  (табл. 4), формування попередника зшивання каучукової основи гумової суміші на стадії індукційного періоду загалом відбувається за меншого на 12 % рівня ефективної енергії активації, ніж процес утворення вулканізаційних зшивок.

## ВИСНОВКИ

У зв'язку з трансфером методик визначення вулканізаційних характеристик еластомерних композицій нами схарактеризовано методики і стандарти визначення основних реокінетичних параметрів процесу вулканізації, зокрема міжнародний стандарт ASTM DIN 53529, що успішно впроваджується на виробництві ТОВ "РОСАВА ТАЙЕРС" (м. Біла Церква).

На підставі експериментальних даних, отриманих на віброреометрі безротного типу марки MDR 3000 Professional компанії MonTech Werkstoffprufmaschinen GmbH, встановлено співвідношення та рівень кореляційного зв'язку між характеристиками ізоTERM зшивання модельних наповнених і ненаповнених еластомерних композицій на основі нестерео-

регулярного за будовою синтетичного бутадієн- $\alpha$ -метилстирольного каучуку (за наявності технологічних активних добавок), розрахованих відповідно до стандарту ASTM DIN 53529 та за відомими методиками.

Показано особливості використання окремих параметрів, які визначені за допомогою аналітичного забезпечення MonControl реометра. Встановлено, що рівень значимих коефіцієнтів парної лінійної кореляції свідчить про високу позитивну кореляцію між умовними константами швидкості вулканізації, характеристиками індукційного періоду і можливість отримання достовірних параметрів процесу вулканізації ненаповнених еластомерних композицій із використанням аналітичного забезпечення реометра. Однак визначення параметра максимальна швидкість вулканізації  $V_{max}$  в координатах "швидкість вулканізації — час" в точці екстремума ізоТЕРМИ вулканізації за ASTM DIN 53529 характеризується в 2,5 раза вищим рівнем в порівнянні з рівнем більш об'єктивного параметра  $V_C$ , що враховує приріст крутного моменту в основному періоді вулканізації, а не в окремій його точці.

Також варто зазначити, що відсутність значимого кореляційного зв'язку між показниками  $V_{max}$  (ASTM DIN 53529) та показником  $R_V$  (ГОСТ 12535-84) і  $V_C$  у наповнених 40,0 мас.ч. технічного вуглецю марки N 330 еластомерних композицій підтверджує певну некоректність його використання для оцінювання основної стадії процесу вулканізації в часових межах  $t_{C90} - t_S$ .

Відсутність значимого кореляційного зв'язку між показниками параметрів індукційного періоду, показниками швидкості, умовної константи швидкості, ефективної енергії активації вулканізації в основному періоді зшивання та рівень їх значень наповнених гумових сумішей у

порівнянні з ненаповненими свідчить про вплив технічного вуглецю на хімізм процесу зшивання, менше на 12 % значення енергії активації формування попередника зшивання на стадії індукційного періоду, ніж рівень параметра при утворенні вулканізаційних зшивок.

Результати роботи можуть бути використані в науковій і виробничій діяльності, пов'язаній з еластомерними матеріалами і виробами з них, при освоєнні трансферних інноваційних методик і приладів.

## ПОДЯКА

Автори щиро вдячні співробітникам рецептурно-технологічного відділу ТОВ "РОСАВА ТАЙЕРС" за допомогу у виконанні експериментальних досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блох Г. А. Органические ускорители вулканизации и вулканизующие системы для эластомеров / Г. А. Блох. — Л. : Химия, 1978. — 240 с.
2. Гофманн В. Вулканизация и вулканизующие агенты / В. Гофманн. — Л. : Химия, 1968. — 464 с.
3. Кузьминский А. С. Физико-химические основы получения, переработки и применения эластомеров / А. С. Кузьминский, С. М. Кавун, В. П. Кирпичев. — М. : Химия, 1976. — 368 с.
4. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация / В. И. Овчаров, М. В. Бурмистр, А. Г. Смирнов и др.; под ред. В. И. Овчарова. — М. : САНТ-ТМ, 2001. — 400 с.
5. Теплофизические и вулканизационные характеристики резиновых смесей и их использование в расчетах режимов вулканизации / В. А. Беляева, Г. С. Конгаров, И. П. Пятецкая и др. — М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1972. — 81 с.
6. Testing of rubber and elastomers; measurement of vulcanization characteristics (curometry); general working principles: DIN 53529-1. — Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany, 1983. — 6 p.
7. Testing of rubber and elastomers; measurement of vulcanization characteristics (curometry); evaluation of cross-linking isotherms in terms of reaction kinetics: DIN 53529-2. — Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany, 1983. — 6 p.
8. Testing of rubbers; curometry; types of application of rotorless curemets: DIN 53529-1. — Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany, 1983. — 6 p.
9. Moving Die Rheometer [Electronic resource] // MonTech Rubber Testing Solutions. — Access mode: <https://www.rubber-testing.com/products/moving-die-rheometer>.
10. Coran A. Y. Rubb / A. Y. Coran // Chem. Technol. — 1964. — Vol. 37. — No. 3. — P. 679–697.
11. Методика определения содержания серы и сульфенамидного ускорителя в резиновой смеси / А. С. Седов, В. И. Скок, Л. Н. Кривунченко и др. // Каучук и резина. — 1981. — № 10. — С. 11–14.
12. Седов А. С. Метод расчета соотношения констант реакции вулканизации в индукционном и главном периодах по вулканметрической кривой / А. С. Седов, В. И. Скок, В. Ф. Евстратов // Каучук и резина. — 1981. — № 2. — С. 10–12.

13. Джув А. Е. Скорость вулканизации / А. Е. Джув // Вулканизация эластомеров: под ред. Г. Аллигера, И. Съетуна; пер. с англ. А. А. Донцова. — М. : Химия, 1967. — 428 с.
14. Современные тенденции использования активированных вулканизующих систем, содержащих тиурам замедленного действия (PETD) / Е. Мигнанелли, Г. Алари // Международная конференция по каучуку и резине. — Киев, 1978. — С. 16.
15. Панченков Г. М. Химическая кинетика и катализ / Г. М. Панченков, В. П. Лебедев; изд. 2-е, перераб и доп. — М. : Химия, 1974. — 592 с.
16. Батунер Л. М. Математические методы в химической технике / Л. М. Батунер, М. Е. Позин. — Л. : Химия, 1971. — 824 с.
17. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха. — Киев : Вища школа, 1976. — 184 с.

## REFERENCES

1. Blokh, H. A. (1978). Orhanycheskye uskorytely vulkanyzatsyy y vulkanyzuiushchye systemi dlia elastomerov [Organic vulcanization accelerators and vulcanizing systems for elastomers]. Lennynhrad, 240 p. [in Russ.].
2. Hofmann, V. (1968). Vulkanyzatsiya y vulkanyzuiushchye ahenti [Vulcanization and vulcanizing agents]. Lennynhrad, 464 p. [in Russ.].
3. Kuzmynskiy, A. S., Kavun, S. M., & Kyrpychev, V. P. (1976). Fyzyko-khymicheskyye osnovy polucheniya, pererabotky i prymereniya elastomerov [Physical and chemical bases for the production, processing and use of elastomers]. Moscow, 368 p. [in Russ.].
4. Ovcharov, V. I., Burmystr, M. V., & Smyrnov, A. H. et al.; Ovcharov, V. I. (Ed.). (2001). Svoistva rezynovykh smesei y rezyn: otsenka, rehulyrovanye, stabylyzatsiya [Properties of rubber compounds and rubbers: assessment, regulation, stabilization]. Moscow, 400 p. [in Russ.].
5. Beliaeva V. A., Konharov H. S., & Piatetskaya Y. P. et al. (1972). Teplofizicheskiye i vulkanizatsyonnye kharakterystiki rezynovykh smesei y ikh ispolzovanie v raschetakh rezhymov vulkanizatsii [Thermophysical and vulcanization characteristics of rubber compounds and their use in calculations of vulcanization modes]. Moscow, 81 p. [in Russ.].
6. (1983). Testing of rubber and elastomers; measurement of vulcanization characteristics (curometry); general working principles: DIN 53529-1. Edition, Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany, 6 p.
7. (1983). Testing of rubber and elastomers; measurement of vulcanization characteristics (curometry); evaluation of cross-linking isotherms in terms of reaction kinetics: DIN 53529-2. Edition, Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany. 6 p.
8. (1983). Testing of rubbers; curometry; types of application of rotorless curemets: DIN 53529-1. Edition, Deutsches Institut fur Normung E. V. (DIN), Germany. 6 p.
9. Moving Die Rheometer. MonTech Rubber Testing Solutions. Retrieved from: <https://www.rubber-testing.com/products/moving-die-rheometer>.
10. Coran, A. Y. (1964). Rubb. Chem. Technol. 37 (3), 679–697.
11. Sedov, A. S., Skok V. Y., & Kryvunchenko, L. N. et al. (1981). Metodika opredeleniya soderzhaniya seri i sulfenamydnogo uskoryteliya v rezynovoi smesi [Method for determining the content of sulfur and sulfenamide accelerator in rubber compound]. Kauchuk i rezina [Rubber and rubber]. 10, 11–14. [in Russ.].

12. Sedov, A. S., Skok, V. Y., & Evstratov, V. F. (1981). Metod rascheta sootnosheniya konstant reaktsiy vulkanyzatsiy v induktsionnom i glavnom peryodakh po vulkametrycheskoi kryvoi [Method for calculating the ratio of vulcanization reaction constants in the induction and main periods according to the volcanic curve]. *Kauchuk i rezina* [Rubber and rubber]. 2, 10–12. [in Russ.].
13. Dzhuv, A. E.; Allyhera H., & Setuna Y. (Eds.) (1967). Skorost vulkanyzatsiy [Vulcanization speed]. *Vulkanyzatsiya elastomerov* [Vulcanization of elastomers]. Moscow, 428 p. [in Russ.].
14. Myhnanely, E., & Alary, H. (1978). Sovremennye tendentsiyi yspolzovaniya aktivnykh vulkanizatsionnykh sistem, soderzhashchikh tyuram zamedennoho deistviya (PETD) [Current trends in the use of activated vulcanizing systems containing delayed action thiuram (PETD)]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po kauchuku i rezynе* [International conference on rubber and rubber]. Kiev, P. 16. [in Russ.].
15. Panchenkov, H. M., & Lebedev, V. P. (1974). Khymicheskaya kinyetika i kataliz [Chemical kinetics and catalysis]. 2nd ed. Moscow, 592 p. [in Russ.].
16. Batuner, L. M., & Pozyn, M. E. (1971). Matematycheskiye metody v khymicheskoi tekhnike [Mathematical Methods in Chemical Engineering]. Leningrad, 824 p. [in Russ.].
17. Bondar, A. G., & Statyuha, G. A. (1976). Planirovaniye eksperimenta v himicheskoy tekhnologii [Planning of experiment in chemical technology]. Kiev, 184 p. [in Russ.].

**V. I. OVCHAROV**, D. Sc. in Engineering, Professor  
**L. O. SOKOLOVA**, PhD in Engineering, Associate Professor  
**O. A. PANFILOVA**, Master Student

## TRANSFER OF METHODS FOR DETERMINING THE VULCANIZATION CHARACTERISTICS OF ELASTOMER COMPOSITIONS

**Abstract.** *Methods and standards of main rheokinetic parameters of elastomeric compounds vulcanization process are characterized in the paper, including international standard ASTM DIN 53529, which is successfully applied for solving tire production problems at “Rosava Tires”, Bila Tserkva. According to the experimental data taken by the vibrorheometer of rotorless type MDR 3000 Professional of the company MonTech Werkstoffprufmaschinen GmbH, a correlation was established between the characteristics of the isotherms of the elastomeric compositions based on non-stereoregular butadiene- $\alpha$ -methylstyrene rubber (at presence technological active additives), according to the ASTM DIN 53529 standard and according to other methods. The features of the selection of four parameters are shown, which are taken into account with the help of MonControl analytical security.*

**Keywords:** vulcanization, vulcametry, elastomeric compositions, characteristics of crosslinking isotherms, correlation.

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Овчаров Валерій Іванович** — д-р техн. наук, проф., ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”, просп. Ю. Гагаріна, 8, м. Дніпро, Україна, 49005; +38 (050) 975-47-17; dekanat\_tvms@ukr.net; ResearcherID: DLR-8310-2022

**Соколова Ліна Олександрівна** — канд. техн. наук, доц., ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”, просп. Ю. Гагаріна, 8, м. Дніпро, Україна, 49005; +38 (099) 724-59-21; sokolovalina18@gmail.com; ResearcherID: GQY-1704-2022

**Панфілова Олександра Андріївна** — магістр, ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”, просп. Ю. Гагаріна, 8, м. Дніпро, Україна, 49005; +38 (095) 087-09-71; olexandra.panfilova@gmail.com; ResearcherID: HGA-3551-2022

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ovcharov V. I.** — D. Sc. in Engineering, Professor, Ukrainian State University of Chemical Technology, 8, Juria Haharina Ave, Dnipro, Ukraine, 49005; +38 (050) 975-47-17; dekanat\_tvms@ukr.net; ResearcherID: DLR-8310-2022

**Sokolova L. A.** — PhD in Engineering, Associate Professor, Ukrainian State University of Chemical Technology, 8, Juria Haharina Ave, Dnipro, Ukraine, 49005; +38 (099) 724-59-21; sokolovalina18@gmail.com; ResearcherID: GQY-1704-2022

**Panfilova O. A.** — Master Student, Ukrainian State University of Chemical Technology, 8, Juria Haharina Ave, Dnipro, Ukraine, 49005; +38 (095) 087-09-71; olexandra.panfilova@gmail.com; ResearcherID: HGA-3551-2022



## ■ МАШИНОБУДУВАННЯ

### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ІЗ БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ ТИПУ ARMSTAL 500

**Призначення.** Для забезпечення міцності зварних з'єднань.

**Області застосування.** Оборонна галузь.

**Опис.** Використання нових високоміцних конструкційних сталей типу ARMSTAL 500 зумовлює необхідність забезпечення заданої технологічної та експлуатаційної міцності зварних з'єднань.

Застосування спеціально розроблених технологічних прийомів виконання зварних з'єднань та використання відповідних зварювальних матеріалів дає змогу максимально усунути проблеми рівномірності, тріщиноустійкості та встановлення параметрів термічного оброблення. При цьому отримані зварні з'єднання забезпечують необхідні міцнісні характеристики і при виконанні, і під час експлуатації конструкції.

**Переваги.** Енергоощадність технологічного процесу; рівномірність зварного з'єднання; зменшення собівартості виготовлення конструкції.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** Спільне доведення до промислового рівня. Реалізація готової продукції.

## ■ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

### ІЗОЛЯЦІЙНЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

**Призначення.** Багатошарове стрічкове ізоляційне покриття для нафто-, газопроводів, що наносять у базових або трасових умовах.

**Області застосування.** Нафтогазова промисловість.

**Опис.** Конструкція покриття включає термореактивну ґрунтовку та двошарову поліетиленову стрічку. За характеристиками розроблене ізоляційне покриття належить до покриттів посиленого типу та задовольняє вимоги ДСТУ 4219-2003. Процес ізоляції передбачає очищення труби, нанесення термореактивної ґрунтовки, намотування стрічки з 50 % напусткою, локальний прогрів стрічки, а не поверхні труби, до температури усадки. Утворюється покриття 4 класу безпеки.

**Переваги.** Перевагами запропонованого покриття є можливість виконання ремонту ізоляції на діючих трубопроводах при ускладненні чи забороні нагріву поверхні труби до 100–130 °С.

**Новизна.** 1 патент.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** Спільне доведення до промислового рівня. Реалізація готової продукції. Спільне виробництво, продаж, експлуатація.

### СПОСІБ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ГІДРОТЕРМАЛЬНОЮ КОНВЕРСІЄЮ БУРОГО ВУГІЛЛЯ

**Призначення.** Отримання водневмісного газу енергетичного призначення з бурого вугілля для виділення водню.

**Області застосування.** Енергоефективність.

**Опис.** Собівартість отримання водню із бурого вугілля у 1,5 раза менша, ніж шляхом електролізу. Селективне утворення водню в режимі субкритичної температури за іонної активації каталізаторів. Застосування як окисника води, що знижує вартість окисника порівняно з киснем і вміст азоту в продуктах порівняно з повітрям. Зниження робочої температури газифікації до 330–500 °С порівняно з традиційними процесами (800–1200 °С). Супутнє сіркоочищення та утилізація скидних матеріалів у вигляді гіпсової крихти.

**Технічні характеристики.** Газифікація 30 % водної суспензії бурого вугілля за надкритичних умов води із застосуванням каталізаторів з іонною активацією веде до утворення газів (об. частка, %:  $H_2$  — 60–82,  $CH_4$  — 12–8 і  $CO_2$  — 10–30), рекомендованих для виділення водню.

**Новизна.** 1 патент.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** Спільне доведення до промислового рівня.

## ■ НОВІ І ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

### КОМБІНОВАНИЙ СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР

**Призначення.** Для альтернативного теплопостачання; економії традиційних енергоресурсів; зменшення забруднення атмосфери; доступності широкому колу користувачів.

**Області застосування.** Теплопостачання, гаряче водопостачання, опалення.

**Опис.** Використовується для нагрівання води систем гарячого водопостачання. Колектор су-міщений із покриттям будівлі, особливістю якого є те, що верхнє покриття колектору виконується з гофрованого покрівельного матеріалу будівлі. Це дозволяє знизити вартість сонячного колектору, підвищити його міцність та спростити конструкцію.

**Переваги.** Легкість монтажу, низька вартість капітальних затрат; універсальність, широкий спектр дії; у 2–5 разів дешевший від аналогів.

**Новизна.** 1 патент.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** Продаж патентів. Продаж технічної документації. Спільне доведення до промислового рівня.

## ■ АГРОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС

### ШТУЧНИЙ ҐРУНТ НА ОСНОВІ “РОЗУМНИХ” ГІДРОГЕЛІВ

**Призначення.** Для вирощування декоративних рослин сільськогосподарських культур у контро-льованих умовах з метою отримання екологічно чистої рослинної продукції, а також регулювання водно-фізичних властивостей природних ґрунтів.

**Області застосування.** Сільське господарство.

**Опис.** Штучний ґрунт — гідрогелевий субстрат з іммобілізованими біоелементами на основі просторово зшитих високодисперсних співполімерних гідрогелів із розгалуженою системою пор, що складаються з мономерів різної хімічної природи: гідрофільних (акриламід), гідрофобних (акрилонітрилу), іоногенних (акрилової кислоти), біфункціональних (N, N'-метилєн-біс-акриламід).

**Переваги.** Порівняно з відомими аналогами має ряд переваг, зокрема: біосумісність до паростків рослин; високу водоутримувальну та миттєву поглинальну здатність (до 1000 % / хв); унікальну сорбційну здатність стосовно речовин різної природи (до 99 % від початкової кількості); пролонго-ване та кероване вивільнення інкорпорованих біоелементів; монодисперсність, термостабільність, оптимальні реологічні параметри; підвищену врожайність і продуктивність (до 30 %); можливість отримання матеріалів різного консистентного стану та форми, у тому числі у вигляді пластин (до-вжиною від 10 мм до 20 см і товщиною від 0,5 до 5 мм), гранул різного діаметра (0,5–2,5 мм) або мазеподібної аморфної маси.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** Виготовлення на замовлення експериментальних зразків штучного ґрунту. Пошук партнерів для масового виробництва.

## ■ ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

### ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПУНКТ ІЗ ЕЛЕКТРИЧНИМИ КОТЛАМИ

**Призначення.** Для ефективного регулювання теплоспоживання будівлі та забезпечення оптимального режиму роботи системи опалення, автоматизованого розподілу теплоносія та регулювання його параметрів; для комерційного та технологічного обліку споживання теплової енергії, а також для реалізації системи автономного електричного опалення у разі провального нічного споживання електроенергії.

**Області застосування.** ЖКХ, індивідуальне використання.

**Технічні характеристики:**

- режим роботи — періодичний
- тривалість режиму — опалювальний період
- теплова (електрична) потужність, кВт — 250
- номінальна напруга, В — 220
- габаритні розміри, мм:
- довжина — 2500
- ширина — 2200
- висота — 2700

**Переваги.** Наявність електричних котлів різної потужності дає змогу ІТП не лише регулювати, а й незалежно від теплових розподільних мереж генерувати тепло. Сприяння зменшенню нічного провалу електроенергії в Україні. Можливість теплозабезпечення будівлі під час аварії в магістральних і розподільних теплових мережах.

**Новизна.** Патент.

**Стадія готовності.** Готово до впровадження.

**Пропозиції щодо співробітництва.** На замовлення здійснюється виготовлення, постачання та гарантійне обслуговування.



---

Літературний редактор — **А.О. Ласкова-Ярмоленко**

Верстка — **А.Є. Мельник**

Підписано до друку 29.09.2023 р. Тираж 100 прим. Формат 60×84 1/8.

Умов. друк. арк. 12,56. Обл.-вид. арк. 14,16. Зам. № 11.

Верстка та друк номера — ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до державного реєстру видавців

серія ДК № 5332 від 12.04.2017 р.