

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

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

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 Ave, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

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

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

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

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



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-4-07>

УДК 37.01:001.891-021.465-047.44:004

О. В. НЕСТЕРЕНКО, д-р техн. наук, проф.

С. С. ЖАРІНОВ, директор

В. Б. ПОЛІЩУК, канд. техн. наук, пров. н. с.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВИХ УСТАНОВ, ЯКИМ НАДАЄТЬСЯ ПІДТРИМКА ДЕРЖАВИ

Резюме. У статті розкрито стан і перспективи розвитку процесів оцінювання наукових установ, яким надається підтримка держави, у Європі та Україні. Показано, що ефективність процесів оцінювання може бути суттєво підвищена шляхом використання сучасних інформаційних технологій і засобів цифрових комунікацій. На основі здійсненого аналізу процесів оцінювання наукових установ у європейських країнах і факторів впливу на провадження оцінювання науково-технічної діяльності запропоновано рекомендації щодо застосування інформаційних технологій для сприяння розвитку процесів оцінювання наукових установ. Для залучення українських учених до науково-технічного простору країни, зокрема з метою вдосконалення процесів оцінювання наукової діяльності, доцільним є використання спеціалізованої національної інформаційної системи, що представлена розвиненим інтернет-порталом. З урахуванням багатокритеріальності оцінювання та неоднозначності трактувань багатьох показників, що характеризують діяльність наукової установи, для вирішення таких завдань різної інформаційної складності запропоновано застосування інтеграційного методу підтримки прийняття рішень, який охоплює експертні методи ранжування альтернативних варіантів, зокрема метод схвального голосування, метод аналізу ієрархій, метод аналітичних мереж, а також онтологічне представлення даних предметної сфери для формування ієрархії та векторів критеріїв для оцінювання альтернатив і застосування теорії графів для оптимізації процесів експертної діяльності шляхом візуалізації парного порівняння альтернатив. За результатами здійсненого дослідження сформовано рекомендації щодо забезпечення цифровізації процесу оцінювання діяльності наукових установ для підвищення його ефективності.

Ключові слова: науково-технічна діяльність, портал, науково-дослідницький простір, інформаційні технології, підтримка прийняття рішень.

ВСТУП

Вагомими чинниками розвитку держави, зокрема її економіки, є наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність усіх суб'єктів інноваційного ланцюга "наука — технологія — виробництво". Згідно з Законом України "Про наукову і науково-технічну діяльність" від 15 листопада 2015 р. № 848-VIII, науковим установам (НУ) усіх форм власності, діяльність яких має важливе значення для науки, економіки та виробництва, надається державна підтримка. За умови проходження державної атестації такі НУ отримують відповідне свідоцтво та включаються до Державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави.

Засади, на основі яких має виконуватись оцінювання НУ для включення до вказаного реєстру, сформульовані в Положенні про Державний реєстр наукових установ, яким надається підтримка держави, затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України [1] та в Порядку включення до Державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави, затвердженому відповідним наказом Міністерства освіти і науки України [2].

Роль державної підтримки українських суб'єктів наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності актуалізується в умовах інтеграції науково-інноваційної системи України до міжнародного дослідницького простору та активізації взаємовигідного науково-технічного та інноваційного співробітництва. Нагальною є потреба в подальшому забезпеченні відкритості науки, встановленні партнерських і творчих контактів вітчизняних науковців та НУ у світовому науковому середовищі.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Поточний стан безпеки держави, її економіки, суспільства та динаміка в розвитку сучасних технологій вимагають періодичного перегляду критеріїв оцінювання НУ з метою орієнтації їхньої діяльності на стратегічні цілі держави, перспективні наукові напрями, підвищення конкурентоздатності на міжнародному рівні, а також покращення прозорості процесів оцінювання та підвищення об'єктивності його результатів.

Разом із тим вітчизняна нормативно-правова основа оцінювання результативності наукової діяльності потребує вираженого й однозначного регламентування цього процесу в частині тлумачення форм результатів наукових досліджень [3]. Так, у праці [4] на основі аналізу чинного стану вітчизняної практики оцінювання наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності НУ в порівнянні зі світовим досвідом зроблено висновки про ненадійність метрик оцінки діяль-

ності дослідницьких організацій і необхідність застосування експертних методів оцінювання, доповнених кількісними показниками. Зазначені проблеми оцінювання в цій предметній сфері пов'язані з багатокритеріальністю задачі та проблемою вибору експертів відповідного тематичного напрямку.

Розв'язанню цих проблем буде сприяти цифровізація процесів оцінювання діяльності НУ, що передбачає: використання відкритих офіційних баз даних і державних реєстрів із даними про діяльність НУ; надання експертам досить простого і водночас науково обґрунтованого і формалізованого комп'ютерного інструментарію [5]; оприлюднення результатів оцінювання для інституцій, які беруть участь у формуванні і проведенні державної політики в науково-технологічній сфері, а також для широкого наукового загалу. Для розв'язання подібних задач зазвичай використовуються вебтехнології та системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі відповідних моделей, алгоритмічного та методичного апарату.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання оцінювання діяльності НУ постійно досліджують чимало фахівців і вчених у багатьох країнах світу, зокрема й в Україні. Головною причиною такої уваги є намагання забезпечити об'єктивність визначення результативності наукових досліджень та діяльності НУ, особливо коли йдеться про виділення державного фінансування. Виняткової актуальності набуває пошук якнайкращих методів, показників і критеріїв оцінювання, за допомогою яких можна було б отримати реальну оцінку ефективності наукової діяльності.

Ідеться про перевагу якісного (експертного) оцінювання над кількісним. У різних публікаціях із цієї тематики орієнтація на кількісний підхід, який наразі застосовується, критикується, адже така оцінка не враховує якість досліджень і специфіку діяльності в різних галузях науки, не відображає важливість результатів, а отже, не характеризує ефективність діяльності конкретної НУ. Зазначений підхід викликає запитання щодо його об'єктивності, оскільки не дає змогу уникнути маніпуляцій із призначенням тих чи інших балів, яке відбувається штучно. Так, у працях [4; 6] на основі розглянутої еволюції застосовуваних в Україні методичних підходів до оцінювання ефективності діяльності НУ здійснено аналіз, який свідчить про нумерологічну спрямованість вказаних підходів, що базуються на системі кількісних параметрів, про неоднозначність визначених розрахунків, а також про

невідповідність міжнародним стандартам, що прийняті в країнах ЄС.

Відповідно, природним є звернення уваги вітчизняних дослідників на закордонний досвід оцінювання ефективності діяльності НУ, зокрема європейський, як, наприклад, у працях [7; 8]. Одним із головних висновків таких студій є повсюдне використання для оцінки ефективності наукових досліджень інформаційно-комунікаційних технологій [9–11]. Зокрема, акцентується на застосуванні наукометричних показників для оцінювання результативності досліджень НУ і закладів освіти з використанням доступу до баз даних Scopus, Web of Science, Google Scholar, а також сервісу “Бібліометрика української науки” [12].

Окрім того, звернено увагу на необхідність розробки нових методів оцінювання продуктивності суб’єктів наукової діяльності на основі моделей й інформаційних технологій як інструментарію для МОН України й інших відомств у здійсненні управління науковою діяльністю, зокрема раціонального розподілу фінансування досліджень із потенційно максимальною продуктивністю [13; 14].

Ці тенденції простежуються й у працях закордонних авторів. У статті [15] запропоновано підходи до оцінювання інноваційної інфраструктури на основі розробленої кореляційно-регресійної моделі оцінки. У роботі [16] розглянуто підхід до розробки та класифікації сценаріїв передбачення розвитку важливих наукових сфер. Індикатори для кожного форсайту використовувалися для оцінки конкретної ймовірності реалізації кожного сценарію. Цей підхід може мотивувати та спрямовувати стратегічне планування та інвестиційні рішення щодо НУ відповідно до очікуваного майбутнього.

З урахуванням важливості всього наукового доробку вчених, які досліджували питання оцінювання НУ, у нових умовах набуває особливої актуальності тема визначення пріоритетних напрямів застосування інформаційних технологій і комунікацій для підтримки процесів оцінювання та управління розвитком науково-технічної діяльності.

Мета статті полягає в тому, щоб дослідити особливості оцінювання НУ, яким надається підтримка держави, запропонувати рекомендації з удосконалення процесів оцінювання, що спрямовані на підвищення ефективності (результативності) науково-технічної діяльності вітчизняних вчених, зокрема з використанням інформаційних технологій.

Цільова спрямованість обумовлює логіку дослідження, яка спрямована на постановку та вирішення таких завдань:

- визначити сутність основних положень оцінювання науково-технічної діяльності науковців;
- сформулювати оцінку факторів впливу на провадження оцінювання задля активізації діяльності науковців;
- навести приклади процесів оцінювання в європейських країнах та оцінити їхній досвід щодо провадження оцінювання в науково-технічній діяльності;
- запропонувати рекомендації щодо вдосконалення процесів оцінювання на основі цифровізації для сприяння розвитку процесів науково-технічної діяльності.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розглянемо приклади процесів оцінювання в європейських країнах та їхній досвід у цій сфері. Поняття державної допомоги в європейських країнах застосовне через прецедентне право Європейського суду на основі ст. 107 (1) Договору про функціонування Європейського Союзу і розуміється як будь-яка допомога, надана підприємству, яке спільно відповідає певним критеріям. Бачення європейської організації CoARA (Coalition for Advancing Research Assessment) полягає в тому, щоб оцінка досліджень, дослідників і дослідницьких організацій визнавала різноманітні результати, практики та заходи, які максимізують якість і вплив досліджень. Це вимагає базування оцінки насамперед на якісному судженні, для якого експертна оцінка є центральною та яке підтримується відповідальним використанням кількісних показників.

У Польщі органом, що відповідає за фінансування та проведення оцінювання НУ, яким надається підтримка держави (далі — НУПД), є Національний науковий центр (Narodowe Centrum Nauki, National Science Centre, NCN) — державна установа, що підконтрольна Міністерству науки та вищої освіти. Процедури та умови надання державної допомоги регулюються Постановою міністра науки та вищої освіти від 9 вересня 2015 р. про умови та порядок надання державної допомоги через Національний науковий центр. Державна допомога надається через NCN для фінансування фундаментальних досліджень, тобто на гранти під проекти. Заявники заповнюють форми своїх пропозицій на платформі ZSUN/OSF — інтегрованій системі послуг для науки, що використовується для реєстрації та обробки заявок на фінансування науково-дослідних проектів і досліджень. Оцінювання проводить група експертів, до складу якої залучаються відомі науковці та фахівці з різних галузей. Використовуються бальні оцінки за різними показниками, які мають відповідну

вагу у відсотках. Результати оцінювання використовуються для прийняття рішень щодо фінансування проектів. Проте в країні немає одного єдиного вебсайту, на якому зареєстровані всі НУПД.

У Німеччині існує низка національних організацій, які підтримують НУ, зокрема Німецька служба академічних обмінів (DAAD), Німецький дослідницький фонд (DFG) та Національна організація наукових досліджень (Helmholtz-Gemeinschaft). Також варто згадати Міністерство освіти й досліджень Німеччини (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF), яке також фінансує наукові проекти та надає підтримку НУ у країні. Однак, це міністерство також не має окремого вебсайту реєстрації НУПД. У кожній землі (федеральній провінції) Німеччини можуть бути додаткові органи чи програми, що надають підтримку НУ на регіональному рівні.

У Франції оцінювання НУПД проводиться в різних інституціях. Основні з них — це такі національні органи оцінювання та атестації, як Національний центр наукових досліджень (Centre National de la Recherche Scientifique, CNRS), Вища атестаційна комісія (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, Hcéres) та Французьке національне агентство з досліджень (ANR). Також державна підтримка НУ здійснюється через Міністерство вищої освіти, досліджень та інновацій (Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, MESRI). На їхньому вебсайті можна знайти інформацію про підтримку НУ і дослідників, однак виявити єдиного вебсайту, на якому реєструються НУПД, не вдалося.

В Італії за координацію та підтримку наукових досліджень та університетської системи відповідає Міністерство університетів та досліджень (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, MIUR). В Італії існує декілька вебсайтів і реєстрів, які надають інформацію про НУ та підтримку, яку вони отримують від держави, зокрема Італійської національної агенції з нових технологій, енергії та сталого розвитку (ENEA) та Італійської національної агенції з оцінки системи вищої освіти та наукових досліджень (ANVUR). Один із таких вебсайтів ведеться й MIUR.

В Іспанії існує низка вебсайтів та реєстрів, які надають інформацію про НУ, а також про державну підтримку, яку вони можуть отримати. Одним із головних джерел інформації про НУ та дослідницькі центри в Іспанії є Система наукової інформації про дослідження, що розроблена Міністерством економіки, бізнесу та конкурентоспроможності (Ministerio de Economía, Empresa y Competitividad). Ця система охоплює вебпор-

тал наукової інформації (Portal de Información Científica), де можна знайти інформацію про НУ, наукові проекти, публікації та інші наукові ресурси. Додатково існують різні національні та регіональні організації, які надають підтримку НУ в Іспанії. Серед них Іспанська фундація науки та інновацій (Spanish Foundation for Science and Innovation, FECYT), Іспанська національна програма досліджень та розвитку (Spanish National Research and Development Program). В Іспанії немає конкретного положення про реєстр НУ, яким надається підтримка держави. Проте існує система реєстрації НУ і програм підтримки, які здійснюються через Міністерство науки та інновацій (Ministerio de Ciencia e Innovación) та інші органи.

Оцінювання НУПД у європейських країнах може проводитися за допомогою різних методів і критеріїв. Ці методи можуть використовуватися окремо чи в комбінації, залежно від контексту та цілей державної підтримки науки. Залежно від конкретної країни та її системи оцінювання науки можуть використовуватися різні підходи. Серед них важливою є експертна оцінка, зокрема за допомогою експертної комісії або групи фахівців. Переважно використовується бібліометричний аналіз, що базується на даних наукових публікацій і цитувань, які свідчать про наукову продуктивність та вплив установи. Деякі країни оцінюють установи на основі успішності їх наукових проектів, які були профінансовані державою. Результати проектів, виконаних установою, можуть бути оцінені за їхньою науковою якістю, оригінальністю та потенційними впливами. Установи можуть бути зобов'язані подавати регулярні звіти про свою діяльність і досягнення з самооцінкою. Деякі країни сприяють взаємному оцінюванню між НУ, коли команда експертів з іншої установи оцінює роботу та досягнення іншої установи. Цей підхід дає змогу отримати незалежну оцінку та сприяє обміну найкращими практиками.

Необхідно зазначити, що для підтримки прийняття рішень при проведенні оцінювання НУПД активно використовуються інформаційні технології. Допмагають автоматизувати процес оцінювання та забезпечити більш об'єктивні результати системи електронного збору та аналізу великих обсягів даних, що пов'язані з дослідницькою продуктивністю, публікаціями, цитуваннями та іншими показниками наукової діяльності. Використання спеціальних вебпорталів і систем електронного звітування спрощує процес обміну інформацією між оцінювачами, оцінюваними установами та державними органами. З-поміж інформаційних технологій, що сприяють покращенню ефективності, точності та об'єктивності процесу оцінювання НУ, а також

допомагають зробити кращі рішення, варто виокремити комп'ютерне моделювання та застосування аналітичних інструментів, які дають змогу проводити прогнозування, сценарний аналіз та оцінку впливу різних факторів на наукову продуктивність та якість досліджень. Корисною додатковою інформацією під час оцінювання НУ є аналітика соціальних мереж. Аналіз соціальних мереж та професійних платформ дослідників може дати інформацію про мережу зв'язків та співпрацю між ученими, а також про їхню наукову активність та впливовість.

З огляду на це, для таких широкомасштабних застосувань доцільним вважається використання інтернет-технологій, зокрема технології національного порталу, про що свідчить досвід європейських країн. У сучасних умовах технологізації та глобалізації підтримку процесів оцінювання НУ доцільно забезпечити на основі реалізації багатofункціональної інформаційно-телекомунікаційної системи як національного інтернет-порталу, засобу подання інформації з різних джерел у єдиному порядку, забезпечення навігації тематичними сайтами, узгодження контролю над процедурами для множини застосунків і баз даних на єдиній URL-адресі національного домену.

У загальному визначенні портал є доволі зручним та орієнтованим на користувача інструментом. Зазвичай портали дають користувачу змогу швидко знайти інформацію з тієї тематики, яка його цікавить, за рахунок як власних джерел, так і гіперпосилань, за якими можна перейти і отримати більш широкую інформацію. Перевагами сучасних реалізацій порталів є те, що вони переважно є простими у використанні, надають можливість користувачу використовувати мобільні засоби без потреби їх спеціальної адаптації, що суттєво розширює коло користувачів.

В Україні з метою збору, формування, збереження, верифікації даних та інформації у сфері наукової та науково-технічної діяльності, забезпечення доступу до них та використання, а також автоматизації процедур і процесів взаємодії суб'єктів і користувачів створюється Національна електронна науково-інформаційна система [17] (рис. 1).

Серед функцій системи необхідно виділити забезпечення взаємодії між суб'єктами діяльності, систематизацію та узагальнення інформації, перетворення її до формату даних, придатного для проведення подальшого аналізу та забезпечення роботи функціональних модулів системи.



Рис. 1. Національна електронна науково-інформаційна система

У складі функціональних модулів системи передбачено “Модуль проведення процедури реєстрації НУ, яким надається підтримка держави” (далі — Модуль). Його завданням є спрощення та автоматизація процедур із заповнення заявок, анкет, звітів та інших документів щодо фахової діяльності суб’єктів, сприяння інтеграції вітчизняного сектору наукових досліджень і полегшення доступу до відкритої інформації про сферу науки.

Супровідні документи НУ-заявника подаються в цьому функціональному Модулі шляхом заповнення відповідних форм, автоматично згенерованого витягу з інформаційних ресурсів і функціональних модулів системи, а також у форматі електронних файлів. Заявка та супровідні документи підписуються керівником установи за допомогою електронного цифрового підпису (ЕЦП).

Можливості Модуля передбачають забезпечення взаємодії відповідальних осіб МОН України щодо визначення, у разі необхідності, експертів для проведення експертизи поданих документів. Визначені експерти проводять експертизу, вносять результати експертизи до відповідної форми висновку, підписують результати ЕЦП та відправляють до МОН України.

Безпосередньо сам Державний реєстр наукових установ, яким надається підтримка держави, передбачається публікувати в функ-

ціональному модулі “Портал реєстрів у сфері науки України”.

Як зазначалося вище, власне оцінювання НУ є досить складною задачею. Поряд зі значним обсягом інформації, яку необхідно опрацювати, має місце багатокритеріальність та неоднозначність трактувань багатьох показників, що характеризують діяльність НУ. Зазвичай для розв’язання таких завдань застосовуються експертні методи та відповідні моделі.

У цьому сенсі за даною тематикою консеквентним може бути застосування попередніх досліджень і розробок авторського колективу щодо створення інтеграційного експертного методу прийняття рішень (IEM), який охоплює експертні методи ранжування альтернативних варіантів для вирішення завдань різної інформаційної складності, зокрема метод схвального голосування [18], онтологічне представлення даних предметної сфери для формування ієрархії та векторів критеріїв для оцінювання альтернатив у методі аналізу ієрархій (MAI) [19], а також застосування теорії графів для оптимізації процесів експертної діяльності шляхом візуалізації парного порівняння альтернатив [20] (рис. 2).

Інтеграційний експертний метод і розроблений відповідний програмний інструментарій можуть бути застосовані безпосередньо під час виконання процедур оцінювання ефективності діяльності конкретних НУ. У ролі альтернатив роз-



Рис. 2. Структура інтеграційного експертного методу прийняття рішень

глядаються конкретні варіанти оцінок декількох експертів. Особливе значення використання IEM матиме у випадках значної неузгодженості оцінок експертів, що виставлені за “традиційними” процедурами, або під час розгляду апеляцій НУ.

IEM і розроблений програмний інструментарій також можуть бути застосовані для періодичного поліпшення методики оцінювання ефективності діяльності НУ шляхом ранжування запропонованих експертами альтернативних варіантів показників, балів і критеріїв для прийняття рішень.

Наведемо приклад використання методу аналізу ієрархій для підтримки прийняття рішень при оцінюванні НУПД за такими етапами.

1. Визначення ієрархічної структури задачі.

Головний критерій 1 (зовнішній): узгодженість тематики наукових досліджень і розробок зі стратегічними цілями держави.

Підкритерії:

- орієнтація діяльності НУ на оборонну тематику;
- орієнтація діяльності НУ на виконання завдань Національної економічної стратегії на період до 2030 року;
- відповідність тематики наукової діяльності організації пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки.

Головний критерій 2 (внутрішній): наукова продуктивність.

Підкритерії:

- якість досліджень (оцінка за публікаціями в рецензованих журналах, участь у міжнародних конференціях);
- застосування результатів досліджень (патенти, комерціалізація, співпраця з промисловістю);
- науковий вплив (цитовання, рейтинги, впливовість на галузь);
- фінансова стабільність (державне фінансування, зовнішні гранти, власні доходи).

2. Порівняння альтернатив.

Експерти порівнюють альтернативні оцінки НУ, використовуючи попарне порівняння їх важливості для кожного підкритерію. Наприклад, експерт оцінює, яка установа має більшу наукову продуктивність за кожним підкритерієм.

3. Розрахунок ваг критеріїв і альтернатив.

Застосовуються математичні методи, наприклад, метод синтезу на основі лінійної згортки для визначення ваг критеріїв і альтернатив на основі порівнянь, зроблених експертами.

4. Ранжування альтернатив.

Після розрахунку ваг критеріїв і альтернатив проводиться ранжування НУ залежно від їх загального балу. Установи з вищими балами вважаються пріоритетними.

До переваг застосування IEM необхідно зарахувати об'єктивність, яка забезпечується узгодженістю рішень експертів, відносно простоту використання методу схвального голосування, MAI, а також графів для візуалізації процедури оцінювання альтернатив.

Необхідно зазначити, що під час реалізації методики оцінювання ефективності діяльності НУ моделі, які відображають зв'язки між альтернативами і критеріями, можуть мати не ієрархічну, а більш складну — мережеву структуру. У цьому випадку доцільно використати метод аналітичних мереж (Analytic Network Process, ANP), який є розвитком методу аналізу ієрархій. У ролі програмного інструменту разом з IEM варто застосовувати додаткові засоби, такі, як СППР SUPER DECISIONS, що вільно розповсюджується, і в якій реалізований ANP.

Наведемо приклад використання методу аналітичних мереж для оцінювання НУ.

1. Визначення елементів системи:

- НУ, які підлягають оцінюванню;
- критерії оцінювання (узгодженість тематики наукових досліджень і розробок зі стратегічними цілями держави, наукова продуктивність, науковий вплив, фінансова стабільність);
- залежності та взаємозв'язки між критеріями та НУ.

2. Побудова аналітичної мережі:

- визначаються залежності між елементами системи, наприклад, важливість НУ стосовно кожного критерію.
- Використовуються числові шкали для визначення ступеня впливу.

3. Оцінка елементів і залежностей:

- експерти оцінюють значення кожного елемента та вплив одного елемента на інший;
- використовуються попарні порівняння та числові шкали для оцінки залежностей.

4. Розрахунок ваг елементів.

Застосовуються такі математичні методи, як суперматриці, для розрахунку ваг елементів на основі отриманих оцінок.

5. Ранжування альтернатив.

Після розрахунку ваг елементів проводиться ранжування НУ залежно від їх загального балу. Найвищі бали отримують пріоритетні НУ.

Цифровізація процесу оцінювання НУ шляхом застосування запропонованого підходу та IEM зокрема показана на **рис. 3**.

Цей інструментарій має певні переваги використання, які загалом притаманні засобам підтримки прийняття рішень — це сервісний підхід до діяльності експертів, розподілення задач, наочність усіх процесів оцінювання тощо. Усі ці переваги безсумнівно є привабливими для організації оцінювання НУ. Це буде спри-

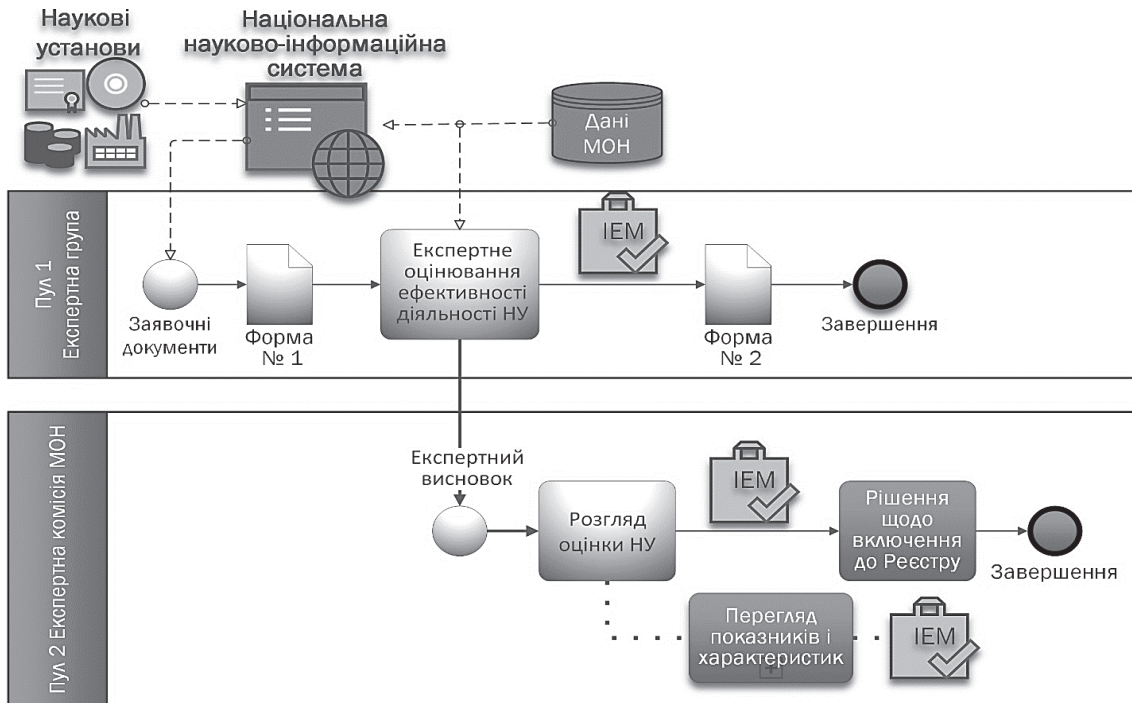


Рис. 3. Цифровізація процесу оцінювання НУ

яти реалізації засад оцінювання ефективності наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності НУ, водночас забезпечувати об'єктивність аналізу ефективності діяльності установ, поєднання кількісного та якісного (експертного) оцінювання, дотримання примату якісного (експертного) оцінювання перед кількісним оцінюванням і поліпшення процедури оцінювання ефективності діяльності установ шляхом удосконалення відповідних показників.

За результатами здійсненого аналізу можна сформулювати такі рекомендації щодо забезпечення цифровізації процесу оцінювання ефективності діяльності НУ, а саме:

- інформаційне покриття всіх структурних елементів процесів подання заявочних документів і оцінювання з чіткими посиланнями на необхідні додаткові інформаційні ресурси;
- сервісно-орієнтована організація діяльності експертів;
- онлайн-консультації з організаційно-правових умов оцінювання НУ;
- окремі модулі щодо автоматизованої підтримки прийняття рішень;
- ведення статистичної інформації, яку б можна було опрацювати онлайн із використанням стандартних інструментів аналітики.

ВИСНОВКИ

Аналіз стану проведення оцінювання НУПД свідчить про наявний розрив між науково-

технічною спільнотою та інституціями, що проводять оцінювання. Це можна подолати за допомогою використання сучасних інформаційних технологій і засобів цифрових комунікацій. Для вдосконалення процесів оцінювання, зокрема з метою підвищення залучення українських учених до науково-технічного простору країни, доцільним є використання спеціалізованої національної системи як розвинутого інтернет-порталу. Головним завданням такого порталу є сприяння зростанню рівня української науки на основі впровадження онлайн-інструментів інформаційного забезпечення українських учених і новаторів, забезпечення об'єктивності та визначеності щодо оцінювання ефективності діяльності НУ, а також підтримка організаційного забезпечення наукового та інноваційного співробітництва.

Здійснений огляд досвіду європейських країн доводить, що діяльність з оцінювання НУ, яка проводиться з застосуванням інформаційних технологій, суттєво впливає на ефективність науково-технічної співпраці. На основі цих переваг запропоновано низку рекомендацій, які доцільно врахувати під час організації процесів оцінювання в сучасних умовах. Показано, що такий підхід не лише надасть можливість об'єднати всіх учасників процесів оцінювання в єдиній системі, а й дозволить у майбутньому створити умови для застосування методів ідентифікації індикаторів, за допомогою яких можна підвищити ефективність науково-технічної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Положення про Державний реєстр наукових установ, яким надається підтримка держави [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 23 квіт. 2001 р. № 380. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/380-2001-%D0%BF#Text>.
2. Про затвердження Порядку включення до Державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави [Електронний ресурс]: наказ Міністерства освіти і науки України від 27 листоп. 2001 р. № 767. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-01#Text>.
3. *Одотюк І.* Оцінка результатів наукової діяльності в Україні: нормативно-правовий аспект / І. Одотюк // Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку. — 2012. — № 3. — С. 38–42.
4. *Єгоров І. Ю.* Розвиток підходів до оцінювання результатів діяльності науково-дослідних установ / І. Ю. Єгоров, І. А. Жукович // Наука та наукознавство. — 2022. — № 3 (117). — С. 36–50. <https://doi.org/10.15407/sofs2022.03.036>.
5. Цифровізація процесів управління розвитком міжнародного науково-технічного співробітництва / М. В. Артюхіна, І. О. Дьогтева, С. С. Жарінов та ін. // Актуальні проблеми економіки. — 2022. — № 6–7 (252–253). — С. 6–19.
6. *Жукович І. А.* Еволюція методичних підходів до оцінювання ефективності діяльності науково-дослідних установ в Україні / І. А. Жукович, І. Ю. Єгоров // Статистика України. — 2021. — № 2. — С. 4–15. [https://doi.org/10.31767/su.2\(93\)2021.02.01](https://doi.org/10.31767/su.2(93)2021.02.01).
7. *Карпенко А. В.* Теоретико-методичні основи оцінювання результативності наукової діяльності в Україні / А. В. Карпенко, Ю. О. Будицька // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. — 2017. — № 31. — С. 51–57.
8. *Артюшенко В.* Особливості оцінювання науково-дослідних установ Нідерландів / В. Артюшенко // Collection of Scientific Papers “ΛΟΓΟΣ”, (March 31, 2023; Zurich, Switzerland). — Zurich, 2023. — С. 16–17. <https://doi.org/10.36074/logos-31.03.2023.02>.
9. Відкриті цифрові системи в оцінюванні результатів науково-педагогічних досліджень / В. Биков, О. Спірін, А. Білощицький та ін. // Information Technologies and Learning Tools. — 2020. — Vol. 75. — No. 1. — P. 294–315. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3589>.
10. *Spirin O. M.* Experiment on the development of information and research competence of scientists and teachers on the basis of open electronic systems / O. M. Spirin, S. M. Ivanova, L. A. Luparenko et al. // Information technologies and learning tools. — 2020. — No. 80 (6). — P. 281–308. <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4201>.
11. *Іванова С. М.* Досвід використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання діяльності наукових установ / С. М. Іванова, А. В. Кільченко // Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти: зб. доп. II Всеукр. наук.-практ. конф. за міжнар. участю (Київ, 12 трав. 2021 р.). — Київ : Національний авіаційний університет, 2021. — 8 с.
12. Наукометричні показники оцінювання результативності досліджень наукових установ і закладів освіти / В. Ю. Биков, О. М. Спірін, С. М. Іванова, Т. А. Вакалюк // Information Technologies and Learning Tools. — 2021. — № 86 (6). — С. 289–312.
13. Методи оцінювання продуктивності суб'єктів наукової діяльності : монографія / А. О. Білощицький та ін. — Київ : Компринт, 2021. — 243 с.
14. *Жук Л. В.* Системи наукової і науково-технічної діяльності закладів вищої освіти України: формування, оцінювання, управління : монографія / Л. В. Жук // Національний університет “Львівська політехніка”. — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2019. — 335 с.
15. The effectiveness of innovative infrastructure: the case of Kazakhstan / B. Bayadilova, A. Nassyrkhanov, E. Tlessova, L. Parimbekova et al. // Quality innovation prosperity — Kvalita inovacia prosperita. — 2020. — No. 24 (1). — P. 69–87. <https://doi.org/10.12776/QIP.V24I1.1406>.
16. Quantitative foresighting as a means of improving anticipatory scientific capacity and strategic planning / A. J. Hobday, F. Boschetti, C. Moeseneder, J. Strzelecki et al. // One Earth. — 2020. — No. 3(5). — P. 631–644. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.10.015>.
17. Про затвердження Положення про Національну електронну науково-інформаційну систему [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 27 верес. 2022 р. № 1067. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1067-2022-%D0%BF#Text>.
18. Multifunctional Methodology of Expert Evaluation Alternatives in Tasks of Different Information Complexity / O. Nesterenko, I. Netesin, V. Polischuk, Y. Selin // Proceedings of 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). — 2021. — P. 226–231. <https://doi.org/10.1109/ATIT54053.2021.9678742>.
19. *Nesterenko O.* Ontology and Analytic Hierarchy Process in the information and analytical systems / O. Nesterenko // Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. — 2021. — P. 302–314. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_19.
20. Graph-based decision making for varying complexity multicriteria problems / O. Nesterenko, I. Netesin, V. Polischuk, Y. Selin // Computer Science Journal of Moldova. — 2022. — Vol. 30. — No. 3 (90). — P. 391–412. <https://doi.org/10.56415/csism.v30.21>.

REFERENCES

1. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Derzhavnyi reiestr naukovykh ustanov, yakym nadaietsia pidtrymka derzhavy: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23 kvit. 2001 r. № 380 [On the approval of the Regulations on the State Register of Scientific Institutions, which receive state support: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 23, 2001 No. 380]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/380-2001-%D0%BF#Text> [in Ukr.].
2. Pro zatverdzhennia Poriadku vkluchennia do Derzhavnogo reiestru naukovykh ustanov, yakym nadaietsia pidtrymka derzhavy: nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 27 lystop. 2001 r. № 767 [On approval of the Procedure for inclusion in the State Register of scientific institutions that receive state support: Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated November 27, 2001 No. 767]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-01#Text> [in Ukr.].
3. Odotjuk, I. (2012). Otsinka rezultativ naukovoi diialnosti v Ukraini: normatyvno-pravovyi aspekt [Evaluation of the results of scientific activity in Ukraine: regulatory and legal aspect]. *Problemy innovatsiino-investytsiinoho rozvytku* [Problems of innovation and investment development]. 3, 38–42. [in Ukr.].

4. Yehorov, I. Yu., & Zhukovych, I. A. (2022). Otsiniuvannya rezultativ doslidnytskykh orhanizatsii: evoliutsiia metodolohii [Evaluation of the results of research organizations: evolution of methodologies]. *Nauka ta naukoznavstvo* [Science and science]. 3 (117), 36–50. [in Ukr.].
5. Artiukhina, M. V., Dohtieva, I. O., & Zharinov, S. S. et al. (2022). Tsyfrovizatsiia protsesiv upravlinnia rozvytkom mizhnarodnoho nauково-tekhnichnoiu spivrobotnytstva. [Digitization of management processes for the development of international scientific and technical cooperation]. *Aktualni problemy ekonomiky* [Actual problems of the economy]. 6–7 (252–253), 6–19. [in Ukr.].
6. Zhukovych, I. A., & Yehorov, I. Yu. (2021). Evoliutsiia metodychnykh pidkhodiv do otsiniuvannya efektyvnosti diialnosti nauково-doslidnykh ustanov v Ukraini [The evolution of methodological approaches to evaluating the effectiveness of research institutions in Ukraine]. *Statystyka Ukrainy* [Statistics of Ukraine]. 2, 4–15. [https://doi.org/10.31767/su.2\(93\)2021.02.01](https://doi.org/10.31767/su.2(93)2021.02.01). [in Ukr.].
7. Karpenko, A. V., & Budytska, Yu. O. (2017). Teoretyko-metodychni osnovy otsiniuvannya rezultatyvnosti nauковоi diialnosti v Ukraini. [Theoretical and methodological foundations of evaluating the effectiveness of scientific activity in Ukraine]. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky* [Scientific works of the Kirovohrad National Technical University. Economic sciences]. 31, 51–57. [in Ukr.].
8. Artiushenko, V. (2023). Osoblyvosti otsiniuvannya nauково-doslidnykh ustanov Niderlandiv [Peculiarities of evaluation of scientific research institutions of the Netherlands]. *Collection of Scientific Papers "ΛΟΓΟΣ"*. Zurich, Switzerland. 16–17. <https://doi.org/10.36074/logos-31.03.2023.02>. [in Ukr.].
9. Bykov, V. Yu., Spirin, O. M., Biloshchytskyi, A. O., Kuchansky, A. Yu., Dikhtiarenko, O. V., & Novytskyi, O. V. (2020). Vidkryti tsyfrovi systemy v otsiniuvanni rezultativ nauково-pedahohichnykh doslidzhen [Open digital systems in evaluating the results of scientific and pedagogical research]. *Information Technologies and Learning Tools*. 75 (1), 294–315. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3589>. [in Ukr.].
10. Spirin, O. M., Ivanova, S. M., Luparenko, L. A., Dudko, A. F., Oleksiuk, V. P., & Novytska T. L. (2020). Experiment on the development of information and research competence of scientists and teachers on the basis of open electronic systems. *Information technologies and learning tools*. 80 (6), 281–308. <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4201>.
11. Ivanova, S. M., & Kilchenko, A. V. (2021). Dosvid vykorystannia informatsiino-tsyfrovykh tekhnolohii dlia otsiniuvannya diialnosti naukovykh ustanov [Experience in the use of information and digital technologies for evaluating the activities of scientific institutions]. *Dystantsiina osvita v Ukraini: innovatsiini, normatyvno-pravovi, pedahohichni aspekty* [Distance education in Ukraine: innovative, regulatory and pedagogical aspects]. Kyiv, P. 8. [in Ukr.].
12. Bykov, V. Yu., Spirin, O. M., Ivanova, S. M., & Vakaliuk, T. A. (2021). Naukometrychni pokaznyky otsiniuvannya rezultatyvnosti doslidzhen naukovykh ustanov i zakladiv osvity [Scientometric indicators for evaluating the effectiveness of research in scientific institutions and educational institutions]. *Information Technologies and Learning Tools*. 86 (6), 289–312. [in Ukr.].
13. Biloshchytskyi, A. O. et al. (2021). Metody otsiniuvannya produktyvnosti subiektiv nauковоi diialnosti [Methods of evaluating the productivity of subjects of scientific activity]. Kyiv. [in Ukr.].
14. Zhuk, L. V. (2019). Systemy nauковоi i nauково-tekhnichnoi diialnosti zakladiv vyshchoi osvity Ukrainy: formuvannya, otsiniuvannya, upravlinnia [Systems of scientific and scientific and technical activity of higher education institutions of Ukraine: formation, evaluation, management]. Lviv, 335 p. [in Ukr.].
15. Bayadilova, B., Nassyrkhanov, A., Tlessova, E., Parimbekova, M. T., & Kuangaliyeva, T. (2020). The effectiveness of innovative infrastructure: the case of Kazakhstan. *Quality innovation prosperity* [Kvalita inovacia prosperita]. 24 (1), 69–87. <https://doi.org/10.12776/QIP.V24I1.1406>.
16. Hobday, A. J., Boschetti, F., Moeseneder, C., Strzelecki, J., Thompson, P. A., Putten, I. van (2020). Quantitative foresighting as a means of improving anticipatory scientific capacity and strategic planning. *One Earth*. 3 (5), 631–644. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.10.015>.
17. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Natsionalnu elektronnu nauково-informatsiinu systemu: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 27 veres. 2022 r. № 1067 [On the approval of the Regulation on the National Electronic Scientific Information System: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 27, 2022 No. 1067]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1067-2022-%D0%BF#Text>. [in Ukr.].
18. Nesterenko, O., Netesin, I., Polischuk, V., & Selin, Y. (2021). Multifunctional Methodology of Expert Evaluation Alternatives in Tasks of Different Information Complexity. *Proceedings of 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. 226–231. <https://doi.org/10.1109/ATIT54053.2021.9678742>.
19. Nesterenko, O. (2021). Ontology and Analytic Hierarchy Process in the information and analytical systems. *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making*. 302–314. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_19.
20. Nesterenko, O., Netesin, I., Polischuk, V., & Selin, Y. (2022). Graph-based decision making for varying complexity multicriteria problems. *Computer Science Journal of Moldova*. 30, 3 (90), 391–412. <https://doi.org/10.56415/csjm.v30.21>.

O. V. NESTERENKO, D. Sc. in Engineering, Professor
S. S. ZHARINOV, Director
V. B. POLISCHUK, PhD in Engineering, Leading Researcher

DIGITALIZATION OF THE PROCESS OF ASSESSING SCIENTIFIC INSTITUTIONS THAT RECEIVE GOVERNMENT SUPPORT

Abstract. The article reveals the state and prospects for the development evaluation process of scientific institutions which is provided with state support in Europe and Ukraine. It has been demonstrated that the effectiveness of assessment processes can be significantly enhanced through the utilization of modern

informational tools and digital communication means. Based on an analysis of assessment processes in scientific institutions across European countries and the influencing factors on the conduct of scientific and technical activity evaluations, recommendations have been proposed for the application of information technologies to facilitate the development of assessment processes within scientific institutions. To engage Ukrainian scientists in the country's scientific and technical landscape, particularly for the purpose of refining the assessment processes of scientific activity, it is advisable to employ a specialized national information system presented through an advanced internet portal. The assessment process involves multi-criteria considerations and ambiguity in the interpretation of many indicators characterizing the activities of a scientific institution. To address tasks of varying informational complexity, the application of an integrated decision support method is proposed. This method incorporates expert ranking techniques for evaluating alternative options, including the method of approval voting, the analytic hierarchy process, analytical network process, as well as ontological data representation within the subject area. This aids in constructing hierarchies and criterion vectors for alternative assessments. Additionally, graph theory is employed to optimize expert processes by visualizing pairwise alternative comparisons. Based on the outcomes of the conducted research, recommendations have been formulated to facilitate the digitization of the process of evaluating the activities of scientific institutions in order to enhance its efficiency.

Keywords: scientific and technical activity, portal, scientific research space, information technologies, decision-making.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Нестеренко Олександр Васильович — д-р техн. наук, проф., Міжнародний європейський університет, просп. Академіка Глушкова, 42В, м. Київ, Україна, 03187; +38 (097) 757-27-96; oleksandr_nesterenko@ieu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-5329-889X

Жарінов Сергій Сергійович — директор, ДП “Український науковий центр розвитку інформаційних технологій”, просп. Академіка Глушкова, 44, м. Київ, Україна, 03187; +38 (066) 776-24-20; serhii.zharinov@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3568-8127

Поліщук Валерій Борисович — канд. техн. наук, пров. н. с., ДП “Український науковий центр розвитку інформаційних технологій”, просп. Академіка Глушкова, 44, м. Київ, Україна, 03187; +38 (050) 311-54-23; valery.polischuk@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6991-0617

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nesterenko O. V. — D. Sc. in Engineering, Professor, International European University, 42B, Academica Glushkova Ave, Kyiv, Ukraine, 03187; +38 (097) 757-27-96; oleksandr_nesterenko@ieu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-5329-889X

Zharinov S. S. — Director, SE “Ukrainian Scientific Center for the Development of Information Technologies”, 44, Academica Glushkova Ave, Kyiv, Ukraine, 03187; +38 (066) 776-24-20; serhii.zharinov@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3568-8127

Polischuk V. B. — PhD in Engineering, Leading Researcher, SE “Ukrainian Scientific Center for the Development of Information Technologies”, 44, Academica Glushkova Ave, Kyiv, Ukraine, 03187; +38 (050) 311-54-23; valery.polischuk@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6991-0617



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-4-08>

УДК 371.321

О. О. СНІСАРЕНКО, студент

О. Є. МИХАЛЬЧЕНКОВА, с. н. с.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗБОРУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ЯКОСТІ РОБОТИ ВЕБРЕСУРСІВ

Резюме. В Україні, як і в більшості країн світу, інформаційне суспільство формується як інтегроване середовище, процес становлення якого обумовлений технологічним, економічним і соціальним розвитком країни. У статті представлено дієвий механізм та інструменти відстеження статистичних даних роботи вебресурсів,