



УДК 37.01:001.891-021.465-047.44:004

[https://doi.org/10.52058/2786-5274-2026-5\(57\)-1552-1564](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2026-5(57)-1552-1564)

**Іванова Світлана Миколаївна** кандидат педагогічних наук, старший дослідник, завідувач відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0002-3613-9202>

**Кільченко Алла Віленівна** науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0003-2699-1722>

**Новицька Тетяна Леонідівна** науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0003-2591-5218>

**Ткаченко Віталій Анатолійович** науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0002-6268-1185>

## **FAIR-ДАНІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ВЕБРЕСУРСІВ НАУКОВОЇ УСТАНОВИ: ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ**

**Анотація.** У статті досліджено технологічні рішення для моніторингу вебресурсів наукової установи на основі FAIR-даних у галузі освітніх наук. Актуальність дослідження зумовлена переходом до моделі відкритої науки, яка вимагає від дослідників не лише публікації результатів у формі статей, а й забезпечення доступу до первинних даних відповідно до чотирьох принципів FAIR: відшукуваність (Findability), доступність (Accessibility) та сумісність (Interoperability), повторне використання (Reusability).

Водночас в освітніх науках існує розрив між загальновизнаними принципами FAIR та інструментарієм їхнього емпіричного моніторингу, що зумовило мету статті: проаналізувати та обґрунтувати технологічні рішення щодо використання FAIR-даних для моніторингу вебресурсів наукової установи на прикладі Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Виокремлено та згруповано ключові технологічні рішення щодо забезпечення FAIR-відповідності даних. Проаналізовано роль сучасної цифрової інфраструктури, зокрема Електронної бібліотеки НАПН України, як ключового інструменту для накопичення, систематизації та інтеграції результатів наукового пошуку в глобальний дослідницький простір.



Емпіричну базу дослідження становлять дані вебаналітики Google Analytics 4, інтегрованої у вебресурс наукової Електронної бібліотеки НАПН України за період 2023–2025 рр. Досліджено досвід наукового фахового видання «Інформаційні технології і засоби навчання» щодо популяризації стандартів відкритого доступу та впровадження цифрових систем у дослідницьку практику. Автори акцентують увагу на тому, що відповідність критеріям FAIR підвищує індекс цитованості вітчизняних вчених та сприяє кращій індексації матеріалів міжнародними наукометричними базами, такими як Google Scholar та Crossref.

**Ключові слова:** FAIR-дані, принципи FAIR, відкрита наука, моніторинг вебресурсів, Google Analytics 4, Електронна бібліотека НАПН України, галузь освітніх наук, Інститут цифровізації освіти НАПН України.

**Ivanova Svitlana Mykolajivna** PhD of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Head of the Department of Open Education and Scientific Information Systems of Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-3613-9202>

**Kilchenko Alla Vilenivna** Researcher of the Department of Open Educational and Scientific Information Systems of Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0003-2699-1722>

**Novytska Tetiana Leonidivna** Researcher of the Department of Open Educational and Scientific Information Systems of Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0003-2591-5218>

**Tkachenko Vitaliy Anatoliyovych** Researcher of the Department of Open Educational and Scientific Information Systems of Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-6268-1185>

## TECHNOLOGIES FOR THE CREATION AND USE OF FAIR DATA IN THE FIELD OF EDUCATIONAL SCIENCES

**Abstract.** This article examines technological solutions for monitoring the web resources of a scientific institution based on FAIR data in the field of educational sciences. The relevance of the study stems from the transition to an open science model, which requires researchers not only to publish results in the form of articles but also to ensure access to raw data in accordance with the four FAIR principles: Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability. At the same time, in the educational sciences, there is a gap between the universally recognized FAIR principles and the tools for their empirical monitoring, which led to the purpose of this article: to analyze and justify technological solutions for using FAIR data to monitor the web resources of a scientific institution, using the Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine as an example.





Key technological solutions for ensuring FAIR data compliance have been identified and grouped. The role of modern digital infrastructure, in particular the Digital Library of the NAES of Ukraine, as a key tool for accumulating, systematizing, and integrating scientific research results into the global research space has been analyzed.

The empirical basis of the study consists of web analytics data from Google Analytics 4, integrated into the website of the scientific Digital Library of the NAES of Ukraine for the period 2023–2025. This study examines the experience of the academic journal «Information Technologies and Learning Resources» in promoting open access standards and integrating digital systems into research practice. The authors emphasize that compliance with FAIR criteria increases the citation index of domestic scientists and contributes to better indexing of materials by international scientometric databases, such as Google Scholar and Crossref.

**Keywords:** FAIR data, FAIR principles, open science, web monitoring, Google Analytics 4, Digital Library of the NAES of Ukraine, the field of educational sciences, Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine.

**Постановка проблеми.** Перехід до моделі відкритої науки (Open Science) вимагає від дослідників не лише публікації результатів у формі статей, а й забезпечення доступу до первинних даних [1]. В галузі освітніх наук, де об'єктами дослідження є складні соціально-педагогічні системи, неструктуровані дані часто знаходяться на закритих платформах та мають різні формати, описані іншою термінологією, а доступ до них часто обмежений правовими та етичними нормами. У цьому контексті особливої актуальності набувають принципи FAIR, сформульовані у 2016 р. М. Вілкінсоном (M. Wilkinson) та співавторами [2], які є концептуальною основою для подолання зазначених бар'єрів, що дозволяють перетворити дані на цінний ресурс для повторного аналізу та верифікації результатів. Ефективне управління цими даними, забезпечення їх відповідності принципам FAIR, тобто відшукуваності (Findability), доступності (Accessibility), сумісності (Interoperability) та можливості повторного використання (Reusability), є одним із ключових викликів для наукової спільноти.

Принципи FAIR стали міжнародним стандартом управління науковими даними, спрямовуючи зусилля на забезпечення довгострокової цінності наукових даних. визначають вимоги до організації даних таким чином, щоб вони були придатними для використання як людиною, так і машиною. FAIR-принципи підтримуються провідними дослідницькими фондами та політиками, зокрема в межах програми Horizon Europe [3].

На відміну від концепції «відкритих даних», яка наголошує передусім на доступності, FAIR фокусується на готовності даних до інтерпретації (людиною і машиною), що критично важливо для масштабних досліджень та штучного інтелекту (ШІ) [3; 4].



У галузі освітніх наук проблема впровадження FAIR має свою специфіку. По-перше, освітні дані часто є захищеними (персональні дані, результати оцінювання), що вимагає балансу між відкритістю та конфіденційністю. По-друге, відсутня усталена культура управління даними серед дослідників-педагогів. По-третє, недостатньо розвинена інфраструктура репозиторіїв, адаптованих до специфіки освітніх досліджень.

Тому дослідження технологій забезпечення FAIR-відповідності даних в освітніх науках є актуальним.

Для галузі освітніх наук, яка традиційно характеризується значною кількістю емпіричних даних, результатів педагогічних експериментів, статистичних матеріалів та психолого-педагогічних досліджень, впровадження FAIR-принципів відкриває нові можливості для підвищення якості наукових досліджень, їх відтворюваності та інтеграції у світовий науковий простір. Особливо це актуально в умовах реалізації в Україні Національного плану щодо відкритої науки, ухваленого на виконання рекомендацій ЮНЕСКО [3].

Традиційно для оцінювання впливу наукових публікацій використовуються бібліометричні бази даних (Scopus, Web of Science), однак вони не надають інформації щодо використання певних даних, кодів, методик та інших об'єктів, що зберігаються в репозитаріях. Альтернативним підходом є використання вебаналітики, зокрема Google Analytics 4 (GA4), який дозволяє відстежувати поведінку користувачів на рівні окремих об'єктів даних [5].

Отже, для забезпечення ефективної взаємодії в глобальному дослідницькому просторі діяльність науково-освітніх закладів та установ має базуватися на міжнародних принципах FAIR, що стають стандартом для сучасних репозитаріїв та електронних бібліотек.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Європейські експерти, такі як Б. Монс (B. Mons) [6] – один із ідеологів принципів FAIR, і М. Вілкінсон (M. Wilkinson), у своїх роботах розкривають базові положення відкритої науки та підходи до управління дослідницькими даними (RDM). Автори наголошують на необхідності забезпечення «машиночитаності» наукових даних, що є критично важливим для сучасних систем штучного інтелекту (ШІ) та технологій великих даних.

Подальший розвиток цих ідей в освітній сфері знайшов відображення в роботах Ф. А. Гомеса (F. A. Gómez) та І. Берналь (I. Bernal) [7], які систематизували виклики впровадження FAIR в освітніх дослідженнях, пов'язані з різноманіттям типів даних, етичними обмеженнями та відсутністю уніфікованих стандартів метаданих.

Й. Нойманн (J. Neumann) у дослідженні із технологій навчання [8] наголосив, що інтероперабельність освітніх даних залишається найменш реалізованим принципом FAIR через фрагментацію програмних середовищ і форматів. Питанням функціонування наукових електронних бібліотек (НЕБ) як платформ для розміщення FAIR-даних присвячені наукові розвідки [9]



Д. Зендулкової (D. Zendulková) О. Азероуал (O. Azeroual) та А. Крив'янської (A. Krivjanská), у яких розглядається інтеграція принципів FAIR в інформаційні системи сучасних досліджень (CRIS), що є ключовими компонентами національних дослідницьких інфраструктур.

У вітчизняному науковому дискурсі питання відкритого доступу до наукових даних висвітлено в роботах Т. Кваші, В. Копанєвої, О. Чмир, С. Чуканової, Т. Ярошенко [10], які розглянули моделі відкритого доступу в університетах України, однак зосередили увагу переважно на публікаційній активності, а не на управлінні даними.

Окремий напрям досліджень становить використання інструментів вебаналітики для оцінювання ефективності наукових вебресурсів. Дж. Кларк (J. Clark) у дослідженні [11] обґрунтував переваги GA4 над попередніми версіями, акцентуючи увагу на подієвій моделі (event-based model), яка дозволяє відстежувати не лише перегляди сторінок, а й конкретні дії користувачів. Ця технологічна можливість створює передумови для детального моніторингу використання наукових даних на рівні окремих об'єктів. Однак у наявних дослідженнях відсутній системний підхід до застосування GA4 для оцінювання саме FAIR-параметрів даних в освітніх науках.

Таким чином, аналіз наукової літератури свідчить, що на сьогодні існує розрив між загально визнаними принципами FAIR та інструментарієм їхнього емпіричного моніторингу в конкретній предметній галузі – освітніх науках. НЕБ використовуються як основний канал депонування освітніх наукових даних, однак відсутні методики оцінювання того, наскільки ефективно ці дані реалізують принципи FAIR з погляду реальної поведінки користувачів.

Потенціал сервісу GA4 як інструменту моніторингу FAIR-даних залишається недостатньо дослідженим: не визначено систему показників (KPI), які б корелювали з окремими принципами FAIR, не розроблено методику налаштування подій GA4 для відстеження взаємодії з об'єктами даних у репозитарії, не обґрунтовано способи використання отриманих аналітичних даних для управління якістю метаданих.

Ситуація у галузі освітніх наук залишається неоднозначною. З одного боку, спостерігається зростання кількості публічних освітніх наборів даних, зокрема, результатів міжнародних порівняльних досліджень (PISA, TIMSS). З іншого боку, більшість українських досліджень в освітніх науках досі не супроводжуються оприлюдненням даних у FAIR-сумісних репозитаріях.

Розв'язанню зазначених невирішених аспектів присвячено пропонуване дослідження, яке спрямоване на розробку та обґрунтування технологічних рішень щодо моніторингу забезпечення FAIR-відповідності даних в галузі освітніх наук із застосуванням GA4.

**Мета статті** – проаналізувати та обґрунтувати технологічні рішення щодо використання FAIR-даних для моніторингу вебресурсів наукової установи на прикладі Інституту цифровізації освіти НАПН України.



**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо понятійний апарат, що забезпечить термінологічну однозначність інтерпретації результатів аналізу.

У межах цього дослідження під **FAIR-даними** [12] розуміються наукові дані (набори даних, методики, програмний код, супровідна документація), що відповідають *чотирьом принципам*. *Відшукуваність* (Findability) передбачає присвоєння даним стійких унікальних ідентифікаторів (DOI, Handle) та забезпечення багатих метаданих для пошуку. *Доступність* (Accessibility) означає, що дані можна отримати через відкритий протокол (наприклад, HTTPS) з чітко визначеними умовами автентифікації та авторизації, навіть якщо самі дані не є публічними. *Сумісність* (Interoperability) вимагає використання стандартизованих мов (наприклад, JSON, XML, RDF) та словникових запасів для забезпечення сумісності на синтаксичному та семантичному рівнях. *Повторне використання* (Reusability) забезпечується детальною документацією, відомостями про походження даних (provenance) та наявністю чітких ліцензій [4; 13]. Дотримання цих принципів перетворює дані на «AI-ready» – придатні для машинної обробки та аналітики [14].

**Моніторинг** трактується як систематичне спостереження, збирання, оброблення та аналіз даних про взаємодію користувачів з об'єктами наукових даних у середовищі наукової електронної бібліотеки з метою оцінювання відповідності принципам FAIR та прийняття управлінських рішень щодо коригування метаданих і структури подання даних.

**Наукова електронна бібліотека** (НЕБ) (інституційний репозитарій) розглядається як веборієнтована інформаційна система, що забезпечує довгострокове зберігання, управління метаданими, присвоєння стійких ідентифікаторів (DOI) та відкритий (або обмежений) доступ до об'єктів наукових даних.

У контексті освітніх наук FAIR-дані застосовуються для стандартизації результатів педагогічних досліджень, навчальних матеріалів та аналітичних даних. В Україні це відповідає державній політиці відкритої науки та завданням наукового дослідження «Технології формування і використання FAIR даних в галузі освітніх наук» ДР № 0126U000521 (2026–2027 рр.) [15], що виконується в **Інституті цифровізації освіти НАПН України** (ІЦО НАПН України) (<https://iitlt.gov.ua>) та свідчить про системний підхід до впровадження принципів відкритої науки в українському освітньому дискурсі.

Теоретичні основи цифровізації освіти та розвитку відкритої науки активно досліджуються фахівцями ІЦО НАПН України. Зокрема, на сторінках наукового фахового видання «Інформаційні технології і засоби навчання» (ІТіЗН) (<https://journal.iitta.gov.ua>), заснованого ІЦО НАПН України, висвітлюються питання створення хмаро-орієнтованих систем, розвитку електронних середовищ та стандартів метаданих тощо. Проте технологічні аспекти безпосереднього формування FAIR-об'єктів у специфічних умовах педагогічних досліджень потребують подальшої деталізації. У дослідженні [16] доведено, що GA4 може бути ефективно застосований для моніторингу FAIR-даних

електронних наукових фахових видань у галузі освітніх наук. Ґрунтуючись на аналізі статистичних звітів GA4 за 2025 р. для журналу ITiZH запропоновано систему співвідношення метрик GA4 з принципами FAIR: Findability (відшукуваність) визначається за джерелами трафіку та когортним аналізом; Accessibility (доступність) оцінюється за показниками цільових сторінок, утримання користувачів та технологічної сумісності; Interoperability (сумісність) аналізується через статистичні звіти про операційні системи, браузері та типи пристроїв; Reusability (придатність до повторного використання) відстежується за допомогою подій, аналізу сторінок і показників повторних відвідувань.

Наукова електронна бібліотека НАПН України (НЕБ НАПН України) є ключовим репозиторієм, де зберігаються повнотекстові документи, метадані та цифрові колекції. Моніторинг її використання працівниками ІЦО НАПН України протягом 14-ти років, починаючи з 2012 р., дозволяє оцінити практичну реалізацію FAIR на рівні кінцевого користувача [17].

Дослідження проведено з використанням інструменту GA4 – сучасної відкритої системи вебаналітики, яка замінила Universal Analytics та пропонує подієву (event-based) модель даних. GA4 інтегровано на вебресурсі НЕБ НАПН України ([lib.iitta.gov.ua](http://lib.iitta.gov.ua)), де налаштовано: автоматичні події (page\_view, scroll, file\_download); користувацькі події (перегляд повного тексту, пошук за ключовими словами, завантаження PDF); параметри: пристрій, геолокація, тривалість сеансу, коефіцієнт залученості.

Для аналізу розглянемо період з 01.01.2023–31.12.2025 рр., використавши стандартні звіти GA4: «Користувачі», «Залучення», «Події», «Утримання», а також індивідуально налаштовані панелі моніторингу. Додатково використано дані статистичного модуля IRStats2 бібліотечної системи. За зазначений період зафіксовано такі показники [17]:

- загальна кількість користувачів: понад 1,45 млн (з них 87% – нові);
- кількість сеансів: 1,69 млн, середня тривалість взаємодії – 20 с.;
- кількість подій: 10,56 млн (на активного користувача – 7,56);
- перегляди сторінок вебсайту – 3,79 млн;
- внесено ресурсів – 10,67 тис., завантаження ресурсів – 9,38 млн;
- географія: Китай – 918 тис. осіб (65,7%), Сінгапур – 259 тис. осіб (18,54%), Україна 209 тис. осіб (14,97%), США 27 тис. осіб (1,96%) та ін.;
- популярні розділи: колекції дисертацій, навчально-методичні посібники, цифрові колекції «Вчені НАПН України».

У 2025 р. спостерігається зростання кількості користувачів вебресурсу у порівнянні з попередніми роками у більш ніж 11 разів завдяки оптимізації метаданих (покращення відшукуваності). Коефіцієнт залученості склав 63%, що свідчить про високу релевантність ресурсів. Користувачі з персональних комп'ютерів становлять 1,29 млн. осіб (92,4%), з мобільних пристроїв – лише 103,23 тис. осіб (7,39%), що вимагає адаптації інтерфейсу для кращої доступності. Аналіз подій показав, що ресурси з повними FAIR-метаданими



(DOI, ORCID, CC-ліцензії) мають на 36% вищий показник повторних відвідувань та завантажень, підтверджуючи ефективність принципів FAIR.

Отже, результати демонструють, що GA4 є потужним інструментом не лише для кількісного моніторингу, а й для якісного оцінювання FAIR-сумісності НЕБ НАПН України.

Наприклад: низький показник відмов на сторінках з повними метаданими свідчить про високу відшукуваність; кількість подій *file\_download* відображає потенціал повторного використання; інтеграція з пошуковими системами (Google) підвищує доступність.

Порівняно з традиційними логами серверів GA4 надає аналіз на основі подій, що дозволяє будувати моделі поведінки користувачів і прогнозувати потреби в нових FAIR-технологіях (наприклад, RO-Crate для пакування даних).

Обмеженнями є приватність даних (відповідно до GDPR/GDPR-подібних норм) та необхідність ручного налаштування подій. Перспективною може бути інтеграція GA4 з іншими FAIR-платформами (Dataverse, Zenodo) та машинне навчання для автоматичного збагачення метаданих.

Ґрунтуючись на аналізі науково-методичних джерел та практичних кейсів, в процесі перетворення наукового результату на FAIR-об'єкт, можемо виокремити такі ключові технології:

#### **Технології забезпечення відшукуваності (Findability):**

- *генерація* стійких ідентифікаторів DOI (Digital Object Identifier) для кожного набору даних, що забезпечує їхню цитованість та однозначну ідентифікацію незалежно від зміни URL-адреси;
- *індексація*: описи мають автоматично передаватися до глобальних агрегаторів (Crossref, Google Scholar, OpenAIRE) через протокол OAI-PMH;
- *збагачення метаданих*: використання стандартизованих схем метаданих (DataCite, Dublin Core) та ключових слів з контрольованих словників ERIC Thesaurus.

#### **Технології забезпечення доступності (Accessibility) та сумісності (Interoperability):**

- використання стандартизованих комунікаційних протоколів (HTTP/HTTPS), що означає чіткість умов доступу;
  - використання репозиторіїв, які підтримують протокол OAI-PMH для автоматизованого збирання метаданих;
  - застосування чітких ліцензій (наприклад, Creative Commons), що визначають права користувача;
  - знеособлення та агрегування чутливих даних: перед публікацією персональні дані мають бути анонімізовані або псевдонімізовані;
  - використання формалізованих мов представлення знань (JSON-LD, RDF);
  - застосування спільних словників для опису педагогічних категорій.
- Дані повинні бути сумісними та зрозумілими для машинних систем.



**Технології забезпечення придатності до повторного використання (Reusable):** дані супроводжуються документацією про походження (Provenance), тобто, яким інструментарієм вони були отримані, в яких умовах та як їх можна інтерпретувати.

**Технології управління життєвим циклом даних (RDM):**

- створення планів управління даними (Data Management Plan, DMP) на етапі планування дослідження. DMP описує типи даних, стандарти форматування, методи документування, умови зберігання та ліцензування;
- документування кожної стадії дослідження: протоколів збирання даних, процедур очищення, статистичного аналізу.

Центральною ланкою у впровадженні цих технологій є НЕБ НАПН України. Вона виступає не просто як архів, а як активна наукова інфраструктура, що забезпечує: валідацію метаданих, тобто перевірку коректності опису наукових праць згідно з міжнародними стандартами; довготривале зберігання – гарантію цілісності даних протягом тривалого часу; моніторинг якості, тобто використання аналітичних платформ для оцінки цифрової активності ресурсу.

Особливу увагу слід приділити інтеграції з аналітичною системою GA4. Ця технологія дозволяє трансформувати первинні дані про відвідування та завантаження у стратегічні управлінські рішення. Аналіз географії користувачів, шляхів пошуку та взаємодії з контентом допомагає адміністраторам НЕБ та керівникам наукових установ коригувати стратегію наповнення вебресурсу та підвищувати його FAIR-відповідність.

Найкращою практикою є використання спеціалізованих репозиторіїв, тобто депонування даних у тематичних або інституційних репозиторіях, які забезпечують довготривале зберігання. В українському контексті таким інструментом є DataverseUA – репозиторій відкритих даних НАН України, що активно використовується для підтримки FAIR-принципів (Reusability) [18].

Подальший розвиток FAIR в освітніх науках України пов'язаний з інтеграцією до міжнародного наукового простору. Ключовим вектором є приєднання до Європейської хмари відкритої науки (EOSC), яке передбачає сумісність національних репозиторіїв із загальноєвропейською інфраструктурою.

Для цього доцільно:

- імплементувати в українських репозиторіях (наприклад, у електронній бібліотеці НАПН України) стандарти та протоколи, рекомендовані EOSC;
- запровадити обов'язкове розміщення даних до FAIR-сумісних репозиторіїв як умову публікації статей у фахових виданнях (зокрема в журналі «Інформаційні технології і засоби навчання») та фінансування дослідницьких грантів;
- підвищити кваліфікацію науковців через спеціалізовані курси. Розроблені фахівцями ІЦО НАПН України дистанційні курси з використання FAIR даних мають бути впроваджені в програми аспірантської підготовки [15].



Для науковців та наукових установ галузі освітніх наук доцільним є впровадження такого алгоритму:

1. Розробка плану управління даними (DMP) ще на етапі планування наукового дослідження.
2. Структурування матеріалів у форматах, що підтримують метадані (наприклад, PDF/A з вбудованими XMP-даними).
3. Обов'язкова реєстрація результатів у репозитаріях, інтегрованих з міжнародними наукометричними базами.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження проаналізовано та обґрунтовано технологічні рішення щодо використання FAIR-даних для моніторингу вебресурсів наукової установи на прикладі Інституту цифровізації освіти НАПН України. До них належать: генерація стійких ідентифікаторів DOI; збагачення метаданих із використанням стандартизованих схем (DataCite, Dublin Core) та контрольованих словників (ERIC Thesaurus); індексація через протокол OAI-PMH; застосування чітких ліцензій Creative Commons; анонімізація або псевдонімізація чутливих персональних даних; використання формалізованих мов представлення знань (JSON-LD, RDF); документування походження даних; розробка планів управління даними (DMP) на етапі планування дослідження.

Технологічні рішення базуються на використанні унікальних ідентифікаторів (DOI), стандартизованих метаданих та відкритих форматів, є критично важливим для забезпечення технічної інтероперабельності. Це дозволяє автоматизованим системам ефективно знаходити та обробляти науковий контент без участі людини, що є вимогою часу.

НЕБ НАПН України, фахове видання «Інформаційні технології і засоби навчання» та сайт ІЦО НАПН України виступають провідними майданчиками для реалізації стратегії відкритої науки в Україні. Вони забезпечують не лише збереження, а й активну інтеграцію вітчизняних наукових здобутків у міжнародні мережі обміну знаннями.

Емпірично підтверджено ефективність використання GA4 як інструменту моніторингу FAIR-даних. Аналіз даних НЕБ НАПН України за 2023–2025 рр. засвідчив, що ресурси з повними FAIR-метаданими (DOI, ORCID, CC-ліцензії) мають на 36% вищий показник повторних відвідувань та завантажень порівняно з ресурсами без належного FAIR-супроводу. Коефіцієнт залученості склав 63%, що свідчить про високу релевантність розміщених ресурсів. Загальна кількість користувачів перевищила 1,45 млн, кількість подій – 10,56 млн, що демонструє значний попит на відкриті освітні наукові дані.

Окреслено стратегічні напрями подальшого впровадження FAIR-технологій. До них належать: імплементація в НЕБ НАПН України стандартів і протоколів, рекомендованих Європейською хмарою відкритої науки (EOSC); запровадження обов'язкового розміщення даних у FAIR-сумісних репозитаріях як умови публікації у фахових виданнях; інтеграція GA4 з іншими FAIR-



платформами (Dataverse, Zenodo); використання методів машинного навчання для автоматичного збагачення метаданих; впровадження розроблених дистанційних курсів з використання FAIR-даних у програми аспірантської підготовки. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці автоматизованих алгоритмів оцінки FAIR-відповідності наукових об'єктів та створенні галузевих стандартів опису дослідницьких даних, що сприятиме повній інтеграції вітчизняного науково-освітнього простору до Європейської хмари відкритої науки (EOSC).

### Література:

1. Новицька Т. Л., Іванова С. М., Кільченко А. В. Відкриті освітньо-наукові інформаційні системи як засіб моніторингу вебсайту наукової установи. *Освіта, Інноватика. Практика*, 2025. № 13 (5). С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-00>
2. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship / M. D. Wilkinson et al. *Scientific Data*, 2016. Vol. 3. № 160018. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
3. From FAIR to FAIR<sup>2</sup>: Why data principles matter and how publishing is evolving. *Frontiers Field Notes*. 2025. URL: <https://lnk.ua/HgAwqZdcH>
4. FAIR: What are the FAIR data principles? *Ghent University*. 2025. URL: <https://bozi.ugent.be/en/tips/00001866/>
5. Іванова С. М., Кільченко А. В., Новицька Т. Л. Система Google Analytics 4 – сучасний засіб відкритого доступу для моніторингу вебресурсу електронної наукової бібліотеки. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2024. № 12 (9). С. 18-26. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i10-003>
6. Mons B. Data Stewardship For Open Science: Implementing FAIR principles, *Chapman and Hall/CRC*, 2018. URL: <https://surl.lt/tqphzj>
7. Gómez F. A., Bernal I. FAIR EVA: Bringing institutional multidisciplinary repositories into the FAIR picture. *Sci Data*, 2023. 10 (764). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02652-8>
8. Neumann J. FAIR Data Infrastructure. In *Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, 2022. Vol. 182. P. 195–207. DOI: [https://doi.org/10.1007/10\\_2021\\_193](https://doi.org/10.1007/10_2021_193)
9. Zendulková D., Azeroual O., Krivjanská A., From Data Silos to FAIR Research: Interoperability and Integration in European CRIS, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Digitalization and Management Innovation IV*, 2025. Vol. 412, P. 228–240. DOI: <https://doi.org/10.3233/FAIA250723>
10. Ярошенко Т., Чуканова С. Принципи FAIR у науці: формування компетенцій для належного управління даними досліджень. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*, 2025. № 8 (1). С. 223–248, DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.8.1.2025.335555>
11. Clark J. Key events and conversions in GA4: Your quick start guide. *Wix. SEO Hub*, 2024. URL: <https://surl.li/mqwda>
12. Іванова С. М., Кільченко А. В. Генеза понятійного концепту з формування та використання FAIR-даних у галузі освітніх наук. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2026. Вип. 4 (14). С. 28-35. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i4-004>
13. Hasnain A., Rebholz-Schuhmann D. Assessing FAIR Data Principles Against the 5-Star Open Data Principles. In: Gangemi, A., et al. *The Semantic Web: ESWC 2018 Satellite Events*. ESWC 2018. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, 2018. Vol. 11155. P. 469–477. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98192-5\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98192-5_60)



14. Implementing FAIR data principles. *International Science Council (CODATA)*. 2022. URL: <https://zh-cn.council.science/blog/implementing-fair-data-principles>
15. Технічне завдання на наукове дослідження «Технології формування і використання FAIR даних в галузі освітніх наук» (ДР № 0126U000521) / С. М. Іванова та ін. *Електронна бібліотека НАПН України*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/748286/>
16. Новицька Т. Л., Іванова С. М., Кільченко А. В., Лабжинський Ю. А. Google Analytics 4 як засіб моніторингу FAIR-даних фахових видань у галузі освітніх наук. *Наково-педагогічні студії*. 2026. Вип. 10. URL: <https://dnpb.gov.ua/ojs/npstudies/issue/archive>
17. Kilchenko A. V., Ivanova S. M., Novytska T. L., Shynenko M. A. Behavioral analytics as FAIR impact proxies: a longitudinal study of Digital Library NAES of Ukraine (2012–2025). *CTE Workshop Proceedings, 2026*. Vol. 13. P. 189–205. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.1211>
18. Denysiuk N., Smolyak S., Svirin P., Nochvai V., & Kushnir A., Developing a Research Data Services for the Repository «DataverseUA» of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Zenodo*, 2025. URL: <https://zenodo.org/records/15784235>

### References:

1. Novytska, T. L., Ivanova, S. M., & Kilchenko A. V. (2025). Vidkryti osvitno-naukovi informatsiini systemy yak zasib monitorynhu vebсайту naukovoї ustanovy [Open educational and scientific information systems as a tool for monitoring the website of a scientific institution]. *Osvita, Innovatyka. Praktyka [Education, Innovation. Practice]*, 13(5), 27–35. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-00> [in Ukrainian].
2. Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., & Baak, A. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18> [in English].
3. From FAIR to FAIR<sup>2</sup>: Why data principles matter and how publishing is evolving. (2025). *Frontiers Field Notes*. <https://lnk.ua/HgAwqZdch> [in English].
4. FAIR: What are the FAIR data principles? (2025). *Ghent University*. <https://bozi.ugent.be/en/tips/00001866/> [in English].
5. Ivanova, S. M., Kilchenko, A. V., & Novytska, T. L. (2024). Systema Google Analytics 4 – suchasnyi zasib vidkrytoho dostupu dlіa monitorynhu vebresursu elektronnoi naukovoї biblioteki [Google Analytics 4 is a modern open-access tool for monitoring the website of the digital research library]. *Osvita, Innovatyka. Praktyka [Osvita. Innovatyka. Praktyka]*, 12(9), 18-26. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i10-003> [in Ukrainian].
6. Mons, B. (2018). Data Stewardship For Open Science: Implementing FAIR principles, *Chapman and Hall/CRC*. <https://surl.lt/tqphzj> [in English].
7. Gómez, F. A., & Bernal, I. (2023). FAIR EVA: Bringing institutional multidisciplinary repositories into the FAIR picture. *Sci Data*, 10(764). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02652-8> [in English].
8. Neumann, J. (2022). FAIR Data Infrastructure. In *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, 182, 195–207. [https://doi.org/10.1007/10\\_2021\\_193](https://doi.org/10.1007/10_2021_193) [in English].
9. Zendulková, D., Azeroual, O., & Krivjanská, A. (2025). From Data Silos to FAIR Research: Interoperability and Integration in European CRIS, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Digitalization and Management Innovation IV*, 412, 228–240. <https://doi.org/10.3233/FAIA250723> [in English].
10. Ярошенко, Т., & Чуканова, С. (2025). Pryntsypy FAIR u nauksi: formuvannia kompetentsii dlіa nalezhnoho upravlinnia danymy doslidzhen[The FAIR Principles in Science: Building Competencies for Effective Research Data Management]. *Tsyfrova platforma: informatsiini*



*tehnolohii v sotsiokulturnii sferi [Digital Platform: Information Technology in the Sociocultural Sphere]*, 8(1), 223–248, DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.8.1.2025.335555> [in Ukrainian].

11. Clark, J. (2024). Key events and conversions in GA4: Your quick start guide. *Wix. SEO Hub*. <https://surl.li/mqwdca> [in English].

12. Ivanova, S. M., & Kilchenko, A. V. (2026). Heneza poniatinoho kontseptu z formuvannia ta vykorystannia FAIR-danykh u haluzi osvitych nauk [The genesis of the conceptual framework for the formation and use of FAIR data in the field of educational sciences]. *Osvita, Innovatyka. Praktyka [Osvita. Innovatyka. Praktyka]*, 4(14), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol14i4-004> [in Ukrainian].

13. Hasnain, A., & Rebholz-Schuhmann, D. (2018). Assessing FAIR Data Principles Against the 5-Star Open Data Principles. In: Gangemi, A., et al. *The Semantic Web: ESWC 2018 Satellite Events. ESWC 2018. Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Cham, 11155, 469–477. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98192-5\\_60](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98192-5_60) [in English].

14. Implementing FAIR data principles. (2022). *International Science Council (CODATA)*. URL: <https://zh-cn.council.science/blog/implementing-fair-data-principles> [in English].

15. Ivanova, S. M., Mintii, I. S., Spirin, O. M., Oleksiuk, V. P., Osadcha, K. P., Novytska, T. L. Et al. (2026). Tekhnichne zavdannia na naukovе doslidzhennia «Tekhnolohii formuvannia i vykorystannia FAIR danykh v haluzi osvitych nauk» [Terms of Reference for a Research Project «Technologies for the formation and use of FAIR data in the field of educational sciences»]. *Elektronna biblioteka NAPN Ukrainy [Digital Library of the NAES of Ukraine]*. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/748286> [in Ukrainian].

16. Novytska, T. L., Ivanova, S. M., Kilchenko A. V., & Labzhynskyi, Yu. A. (2026). Google Analytics 4 yak zasib monitorynhu FAIR-danykh fakhovykh vydan u haluzi osvitych nauk [Google Analytics 4 as a Tool for Monitoring FAIR Data in Educational Science Journals]. *Nakovo-pedahohichni studii [Scientific and Pedagogical Studies]*, 10. <https://dnpb.gov.ua/ojs/npstudies/issue/archive> [in Ukrainian].

17. Kilchenko, A. V., Ivanova, S. M., Novytska, T. L., & Shynenko, M. A. (2026). Behavioral analytics as FAIR impact proxies: a longitudinal study of Digital Library NAES of Ukraine (2012–2025). *CTE Workshop Proceedings*, 13, 189–205. <https://doi.org/10.55056/cte.1211> [in English].

18. Denysiuk, N., Smolyak, S., Svirin, P., Nochvai, V., & Kushnir, A. (2025). Developing a Research Data Services for the Repository «DataverseUA» of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Zenodo*. <https://zenodo.org/records/15784235> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 24.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.05.2026