

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 004.65:001.89:37

DOI <https://doi.org/10.32782/2412-9208-2026-1-357-368>

OVERVIEW OF AVAILABLE DIGITAL SERVICES FOR STORING AND PROCESSING FAIR DATA IN THE FIELD OF EDUCATIONAL SCIENCES

ОГЛЯД НАЯВНИХ ЦИФРОВИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ Й ОПРАЦЮВАННЯ FAIR ДАНИХ В ГАЛУЗІ ОСВІТНІХ НАУК

Tetiana VAKALIUK,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor,

Head of the Department of Software
Engineering,

Zhytomyr Polytechnic State University
103, Chudnivska Str., Zhytomyr,
10005, Ukraine

Leading Researcher, Network
Technologies and Databases Sector
Department of Open Educational and
Scientific Information Systems

Institute of Education Digitalisation,
National Academy of Pedagogical
Sciences of Ukraine

9, M. Berlinsky Str., Kyiv, 04060,
Ukraine

Professor at the Department
of Computer Science and Applied
Mathematics

Kryvyi Rih State Pedagogical
University

54, Universytetskyi Ave., Kryvyi Rih,
50086, Ukraine

tetianavakaliuk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6825-4697>

Тетяна ВАКАЛЮК,

доктор педагогічних наук,
професор,

завідувач кафедри інженерії
програмного забезпечення,

Державний університет
«Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир,
10005, Україна

провідний науковий співробітник
сектору мережних технологій
і баз даних

відділу відкритих освітньо-наукових
інформаційних систем,

Інститут цифровізації освіти НАПН
України

вул. М. Берлінського, 9, м. Київ,
04060, Україна

професор кафедри інформатики
та прикладної математики,

Криворізький державний
педагогічний університет

просп. Університетський, 54,
м. Кривий Ріг, 50086, Україна

Iryna MINTII,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
Senior Researcher, Leading
Researcher, Department of Open
Educational and Scientific Information
Systems,
Institute of Digitalisation of Education,
National Academy of Pedagogical
Sciences of Ukraine
9, M. Berlinsky Str., Kyiv, 04060,
Ukraine
Assistant Professor at the Department
of Computer Science
University of Lodz,
90-236, Poland, Lodz, 149/153
Pomorska Str.
Associate Professor
at the Department of Computer
Science and Applied Mathematics
Kryvyi Rih State Pedagogical
University
54, Universytetskyi Ave., 50086,
Kryvyi Rih, Ukraine

Ірина МІНТІЙ,
кандидат педагогічних наук, доцент,
старший дослідник,
провідний науковий співробітник
відділу відкритих освітньо-наукових
інформаційних систем,
Інститут цифровізації освіти НАПН
України
вул. М. Берлінського, 9, 04060,
м. Київ, Україна
ад'юнкт кафедри інформатики,
Лодзький університет,
90-236, м. Лодзь, вул. Поморська,
149/153
доцент кафедри інформатики
та прикладної математики,
Криворізький державний
педагогічний університет
просп. Університетський, 54,
м. Кривий Ріг, 50086, Україна

mintii@iitlt.gov.ua

<http://orcid.org/0000-0003-3586-4311>

ABSTRACT

The rapid development of digital technologies and the large-scale adoption of open science principles have significantly transformed approaches to scientific data management across all fields of knowledge, including the educational sciences. In this context, the FAIR principles (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) are becoming an international standard for proper research data management. As an interdisciplinary field, educational sciences generate diverse data, ranging from the results of pedagogical experiments and standardised questionnaires to educational analytics, video recordings of the educational process, and digital traces from distance learning platforms.

The article reveals the content of each of the four FAIR principles in the context of the specifics of educational research: data findability using industry metadata standards, accessibility taking into account the requirements for the protection of personal data of participants in the educational process, interoperability based on standards, and reuse, which involves the provision of code books, tools, and a detailed description of the research context.

Based on a systematic analysis, a comparative review of four leading general scientific repositories was conducted: Zenodo, Figshare, OSF (Open Science Framework) and Dryad. For each service, the key functionalities, terms of use, supported data formats, mechanisms for

assigning DOI identifiers, access level settings, integration with other platforms and scientific publishers, as well as specific advantages and limitations in the context of pedagogical research, are provided, along with a generalised comparison. It is argued that the choice of digital service should be made with consideration of the type of research, the requirements of the funder, the required level of personal data protection, and the planned method of material reuse.

Key words: FAIR data, open science, digital repositories, educational sciences, metadata, research reproducibility.

Вступ. Стрімкий розвиток цифрових технологій та масштабне впровадження відкритої науки (Open Science) суттєво змінили підходи до управління науковими даними в усіх галузях знань, зокрема й в освітніх науках. У контексті глобальної тенденції до відтворюваності наукових досліджень та прозорості наукової діяльності принципи FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), сформульовані у 2016 році [5] і підтримані провідними міжнародними організаціями (Європейською комісією, OECD, UNESCO) [4], набувають дедалі більшого значення як стандарт належного управління дослідницькими даними.

Освітні науки як міждисциплінарна галузь генерують різноманітні за природою та форматом дані, зокрема результати педагогічних експериментів, анкетні дані, навчальні аналітика, відеозаписи освітнього процесу, показники успішності, дані освітніх платформ тощо. Проте, на відміну від природничих і медичних наук, де культура управління даними є більш сталою, в освітніх дослідженнях зберігається значна фрагментарність у підходах до зберігання, описування та поширення даних. Це призводить до дублювання досліджень, обмеженої відтворюваності результатів і недостатнього використання потенціалу накопичених наукових даних.

Водночас ринок цифрових сервісів для роботи з науковими даними активно розвивається, адже з'являються спеціалізовані репозиторії, платформи управління дослідницькими даними, інтегровані інфраструктури тощо. Однак дослідники в галузі освітніх наук нерідко стикаються з проблемою вибору відповідного сервісу, оскільки наявні огляди або орієнтовані на природничі науки, або не враховують специфіку педагогічних і дидактичних досліджень, зокрема вимог до захисту персональних даних учасників освітнього процесу.

Постановка проблеми. FAIR – це абревіатура від чотирьох принципів управління науковими даними [3, 5]. Принципи визначають вимоги до наукових даних, щоб вони були придатні для повторного використання як людьми, так і машинами. Для розуміння суті розглянемо ці принципи саме для даних в галузі освітніх наук.

Findable – дані повинні бути легко знайдені як дослідниками, так і комп'ютерними системами. Кожен набір даних має отримати унікальний стійкий ідентифікатор (DOI), супроводжуватися детальними метаданими та бути зареєстрованим у відкритому каталозі або репозиторії [5].

Accessible – після знаходження даних необхідно мати чітке розуміння того, як їх отримати. Дані (або принаймні їхні метадані) мають бути доступні через стандартизований відкритий протокол. Доступність не означає обов'язкову повну відкритість – дані можуть бути захищені за умови чіткого опису процедури доступу. Метадані мають залишатися доступними, навіть якщо самі дані закриті [5].

Interoperable – дані повинні бути сумісні з іншими даними та інструментами. Це досягається завдяки використанню стандартизованих форматів і загальноживаних словників. В освітніх науках застосовуються стандарти DDI (Data Documentation Initiative) та Dublin Core [5].

Reusable – дані повинні бути описані настільки детально, щоб інші дослідники могли їх зрозуміти та повторно застосувати. Для цього необхідні вичерпні метадані, чітка ліцензія, інформація про походження даних, методологію збору та контекст дослідження [5].

При цьому освітні науки працюють із надзвичайно різноманітними типами даних, які суттєво відрізняються від даних природничих чи медичних наук. Тут об'єктом дослідження є людина в процесі навчання з її психологічними характеристиками, соціальним контекстом, мотивацією та поведінкою тощо. Саме це визначає особливі вимоги до збирання, зберігання та повторного використання даних.

В освітніх дослідженнях розрізняють такі основні категорії даних:

Кількісні дані – результати тестувань і оцінювань, відповіді на стандартизовані анкети, статистика успішності та відвідуваності, активності в LMS.

Якісні дані – транскрипти інтерв'ю з учителями чи студентами, результати фокус-груп, описи кейсів, тексти відкритих відповідей, протоколи спостережень.

Змішані дані – комбіновані набори, де кількісні показники поєднуються з якісними описами контексту. Найпоширеніший формат у педагогічних дослідженнях.

Цифрові сліди – дані з систем дистанційного навчання, результати комп'ютерного тестування, дані про взаємодію з освітніми платформами.

Кожен із чотирьох FAIR-принципів набуває в освітніх науках специфічного значення, зумовленого особливостями галузі.

Знаходжуваність – в освіті особливо важливою є предметна класифікація даних. Метадані повинні містити: освітній рівень, навчальну дисципліну, країну та систему освіти, вікову групу учасників, тип навчального закладу. Без цього дослідник з іншої країни не зможе знайти релевантні дані для порівняльного аналізу.

Доступність – це найскладніший принцип для освітніх наук, оскільки більшість досліджень проводиться за участю людей, зокрема неповнолітніх. Тут виникає пряме протиріччя між відкритістю та захистом персональних даних. Практичне рішення насправді досить просте. Воно

полягає в тому, що дані анонімізуються або псевдонімізуються перед публікацією, а метадані залишаються відкритими, навіть якщо самі дані доступні лише за запитом.

Інтероперабельність – в освітніх науках використовуються специфічні стандарти, зокрема DDI (Data Documentation Initiative) – для документування соціальних і освітніх даних; IMS Global / 1EdTech – стандарти для даних навчальних систем; ISCED – класифікатор UNESCO для порівняння освітніх рівнів між країнами.

Повторне використання – в освітніх науках для реального повторного використання даних необхідно надавати кодову книгу зі значеннями змінних, використаний інструментарій (анкети, тести, протоколи), інформацію про вибірку та процедуру відбору, опис контексту (тип закладу, навчальна програма, країна), а також підтвердження згоди учасників на повторне використання даних.

При цьому при роботі з FAIR даними у педагогічних дослідженнях виникають певні проблеми. Наприклад, анкети та тести, розроблені для одного дослідження, не мають стандартизованих метаданих; після публікації статті набори даних залишаються на особистому комп'ютері або зникають разом із закриттям проекту; дослідники побоюються «виснаження даних» (data scooping) з боку конкурентів; труднощі із отриманням згоди учасників на відкриті публікації первинних даних тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вперше принципи формально сформульовано принципи FAIR колективом авторів у 2016 р. [5], які запропонували мінімальний набір керівних принципів і практик для покращення керування науковими даними. У 2018 р. ті ж автори розробили практичні метрики для оцінювання рівня FAIR-відповідності наборів даних, розробивши фреймворк із 14 вимірювальних індикаторів [6].

У 2022 р. інша група авторів [1] намагається обґрунтувати специфіку впровадження FAIR у соціальних, поведінкових та освітніх науках. Вони розглядають питання захисту персональних даних, метастандарти DDI та практичні рекомендації для дослідницьких центрів.

Наступні дослідження проводяться у різних країнах з різним контекстом, зокрема, деякі дослідники пропонують доповнити FAIR принципами CARE (Collective benefits, Authority, Responsibility, Ethics) для роботи з даними вразливих груп [2].

Тому **метою статті** є огляд наявних цифрових сервісів для зберігання й опрацювання FAIR даних в галузі освітніх наук.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження використано комплекс методів. *Аналіз наукової літератури* застосовувався для вивчення вітчизняних і зарубіжних публікацій, присвячених принципам FAIR, управлінню науковими даними та практикам відкритої науки в освітніх дослідженнях. *Системний аналіз* використовувався для цілісного

розгляду принципів FAIR як системи взаємопов'язаних вимог до наукових даних. *Порівняльний аналіз* застосовувався для зіставлення функціональних характеристик чотирьох провідних цифрових репозиторіїв. *Класифікація* застосовувалася для впорядкування різноманітних типів освітніх даних (кількісні, якісні, змішані, цифрові сліди) та систематизації проблем, з якими стикаються дослідники при роботі з FAIR даними в педагогічних дослідженнях. *Узагальнення* використовувалося на завершальному етапі дослідження для формулювання висновків щодо переваг і обмежень кожної з розглянутих платформ.

Результати та дискусії. Загальнонауковий репозиторій є основним інструментом для публікації FAIR-сумісних наборів даних. Розглянемо детально чотири провідні платформи: Zenodo, Figshare, OSF та Dryad.

Zenodo (*zenodo.org*) – безкоштовний репозиторій (див. рис. 1), який надає ідентифікатор doi автоматично, і є офіційним репозиторієм Horizon Europe. Також даний репозиторій підтримує "версіонування", де кожна версія отримує власний DOI, при цьому "концептуальний DOI" об'єднує всі версії. Даний репозиторій підтримує будь-які формати файлів – від CSV до відео, архівів і програмного коду. В даному репозиторії досить гнучке налаштування доступу, оскільки його можна зробити відкритим, обмеженим, закритим із відкритими метаданими або доступ за ембарго. Досить примітною є також інтеграція з GitHub, оскільки наявна автоматична архівація кодових репозиторіїв зі збереженням версій.

Зауважимо, що запис в цьому репозиторії може містити одночасно набір даних, анкету, кодову книгу та препринт статті, зв'язані спільним DOI. Це дозволяє публікувати дані опитувань разом із методологічними матеріалами в єдиному місці з одним посиланням.



Рис. 1. Репозиторій Zenodo

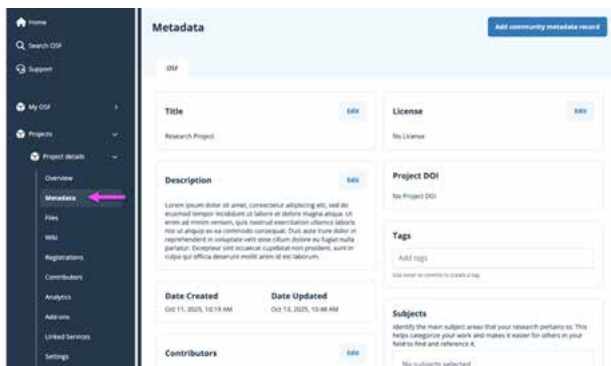


Рис. 3. Репозиторій Open Science Framework

У цьому репозиторії надається безкоштовно до 5 Гб. В даному репозиторії наявна унікальна функція – попередня реєстрація досліджень, тобто фіксація гіпотез та плану аналізу до збору даних. Ієрархічна структура проєктів та компонентів дає можливість працювати зі складними багатоетапними дослідженнями.

В даному сервісі наявна інтеграція зі сховищами GitHub, Dropbox, Google Drive, OneDrive для зв'язування без переміщення файлів. Також наявний спільний доступ із налаштуванням прав (перегляд / редагування / адміністрування) для міжнародних груп. Окрім того, також наявна Wiki-документація безпосередньо у проєкті поруч із даними.

Dryad (*datadryad.org*) – безкоштовний репозиторій з інституційним членством або платний за 120 USD в іншому випадку (див. рис. 4). Щодо ліміту завантажених даних, то надається 300 Гб дискового простору. Ідентифікатор DOI аналогічно, як і у попередніх випадках, приєднується автоматично.

У даному репозиторії є свої особливості, зокрема, кожен набір перевіряється куратором на повноту метаданих, також здійснюється автоматична перевірка формату файлів з рекомендацією конвертувати у відкриті формати (CSV, TXT), наявна інтеграція з ORCID для автоматичного зв'язування даних із профілем дослідника. Також наявне партнерство з провідними науковими видавцями, тому подання даних відбувається одночасно з рукописом.

Узагальнюючи усі характеристики проаналізованих сервісів, наведемо порівняльну таблицю їх наявності чи відсутності (див. табл. 1).

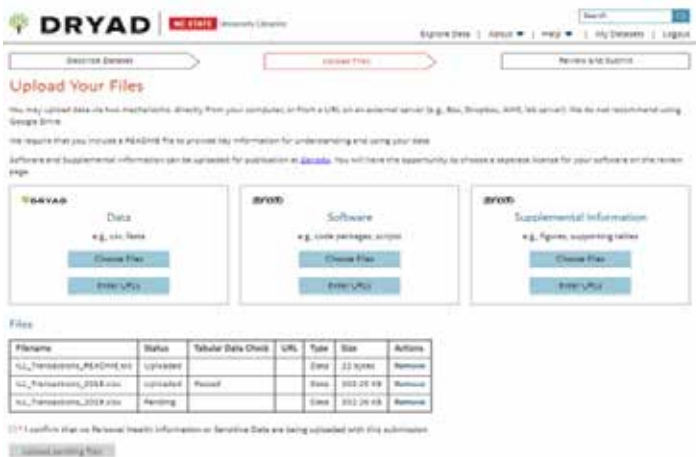


Рис. 4. Репозиторій Dryad

Таблиця 1

Порівняльна таблиця репозиторіїв

Характеристика	Zenodo	Figshare	OSF	Dryad
Вартість	Безкоштовно	Безкоштовно / платно	Безкоштовно	120 USD / членство
DOI	✓ Авто	✓ Авто (draft)	✓	✓ Авто
Версонування	✓ Повне	✓	✓	Обмежено
Куратура даних	Х	Х	Х	✓ Обов'язкова
Попередня реєстрація	Х	Х	✓	Х
Ліміт розміру	50 ГБ	Необмежено	5 ГБ	300 ГБ
Інтеграція з журналами	Часткова	Широка	Часткова	Широка
EOSC / Horizon Europe	✓ Офіційно	Частково	Частково	Частково
GitHub-інтеграція	✓	✓	✓	Х
ORCID-інтеграція	✓	✓	✓	✓
DDI-підтримка	Х	Х	Х	Х

Висновки. Стрімкий розвиток відкритої науки та поширення принципів FAIR ставлять перед дослідниками в галузі освітніх наук нові вимоги до управління науковими даними. Проведений огляд засвідчив, що сучасний ринок цифрових сервісів пропонує широкий спектр інструментів для зберігання й опрацювання FAIR-сумісних даних, однак кожен із них має свою специфіку, переваги та обмеження.

Аналіз чотирьох провідних загальнонаукових репозиторіїв (Zenodo, Figshare, OSF та Dryad) показав, що жоден із них не є ідеальним універсальним рішенням для освітніх досліджень. Zenodo вирізняється як офіційний репозиторій Horizon Europe із гнучким налаштуванням доступу та інтеграцією з GitHub, проте має обмежені пошукові можливості та не підтримує стандарт DDI. Figshare пропонує зручний вбудований перегляд файлів і розширену інтеграцію з видавцями, однак його комерційна основа породжує питання щодо довгострокової доступності. OSF є найбільш функціональним середовищем управління науковим проектом завдяки підтримці попередньої реєстрації досліджень та ієрархічній структурі, що особливо цінне для багатоетапних педагогічних досліджень. Dryad забезпечує обов'язкову кураційну перевірку метаданих і значний обсяг зберігання, проте обмежується ліцензією CC0 та є платним за відсутності інституційного членства.

Спільним недоліком усіх розглянутих сервісів є відсутність нативної підтримки стандарту DDI, що є особливо критичним для структурованих педагогічних досліджень, у яких описування змінних, кодових книг та інструментарію є обов'язковою умовою повторного використання даних.

Робота з персональними даними учасників освітнього процесу, у тому числі неповнолітніх, вимагає від дослідників ретельного дотримання вимог вітчизняного законодавства про захист персональних даних. Практичним рішенням є анонімізація або псевдонімізація первинних даних із забезпеченням відкритого доступу до метаданих.

Таким чином, вибір цифрового сервісу для зберігання FAIR-сумісних освітніх даних має здійснюватися з урахуванням типу дослідження, вимог фінансувальника, необхідного рівня захисту персональних даних і планованого способу повторного використання.

Перспективою подальших досліджень є розроблення методичних рекомендацій щодо вибору та комбінованого використання цифрових сервісів для конкретних типів педагогічних досліджень.

Література

1. Betancort Cabrera N., Bongartz E. C., Dörrenbächer N., Goebel J., Siegers P. White Paper on implementing the FAIR principles for data in the Social, Behavioural and Educational (SBE) sciences. RatSWD Working Paper No. 274. German Data Forum, 2022. URL: https://www.konsortswd.de/wp-content/uploads/RatSWD_WP_274.pdf

2. Bowers A. J., Choi Y. Building school data equity, infrastructure, and capacity through FAIR data standards: Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable. *Educational Researcher*. 2023. Vol. 52, Iss. 7. URL: <https://doi.org/10.3102/0013189X231181103>
3. GO FAIR Initiative. FAIR Principles. URL: <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
4. European Commission. (2021). Turning FAIR into reality: Final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data. Publications Office of the EU. <https://doi.org/10.2777/1524>
5. Wilkinson M. D., Dumontier M., Aalbersberg I. J., Appleton G., Axton M., Baak A., Mons B. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*. 2016. Vol. 3. Art. 160018. URL: <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
6. Wilkinson M. D., Sansone S.-A., Schultes E., Doorn P., Bonino da Silva Santos L. O., Dumontier M. A design framework and exemplar metrics for FAIRness. *Scientific Data*. 2018. Vol. 5. Art. 180118. URL: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.118>

References

1. Betancort Cabrera, N., Bongartz, E. C., Dörrenbächer, N., Goebel, J., & Siegers, P. (2022). White Paper on implementing the FAIR principles for data in the Social, Behavioural and Educational (SBE) sciences (RatSWD Working Paper No. 274). German Data Forum. https://www.konsortswd.de/wp-content/uploads/RatSWD_WP_274.pdf [in English].
2. Bowers, A. J., & Choi, Y. (2023). Building school data equity, infrastructure, and capacity through FAIR data standards: Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable. *Educational Researcher*. Vol. 52, Iss. 7. <https://doi.org/10.3102/0013189X231181103> [in English].
3. GO FAIR Initiative. FAIR principles. <https://www.go-fair.org/fair-principles/> [in English].
4. European Commission. (2021). Turning FAIR into reality: Final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data. Publications Office of the EU. <https://doi.org/10.2777/1524>
5. Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., & Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, Article 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18> [in English].
6. Wilkinson, M. D., Sansone, S.-A., Schultes, E., Doorn, P., Bonino da Silva Santos, L. O., & Dumontier, M. (2018). A design framework and exemplar metrics for FAIRness. *Scientific Data*, 5, Article 180118. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.118> [in English].

АНОТАЦІЯ

Стрімкий розвиток цифрових технологій та масштабне впровадження концепції відкритої науки суттєво трансформували підходи до управління науковими даними в усіх галузях знань, зокрема в освітніх науках. У цьому контексті принципи FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), набувають статусу міжнародного стандарту належного управління дослідницькими даними. Освітні науки як міждисциплінарна галузь генерують різноманітні за природою та форматом дані – від результатів педагогічних експериментів і стандартизованих анкет до навчальної аналітики, відеозаписів освітнього процесу та цифрових слідів з платформ дистанційного навчання.

У статті розкрито зміст кожного з чотирьох FAIR-принципів у контексті специфіки освітніх досліджень: знаходжуваність даних із застосуванням галузевих стандартів метаданих, доступність із урахуванням вимог захисту персональних

даних учасників освітнього процесу, інтероперабельність на основі стандартів, а також повторне використання, яке передбачає надання кодових книг, інструментарію та детального опису контексту дослідження.

На основі системного аналізу здійснено порівняльний огляд чотирьох провідних загальнонаукових репозиторіїв: Zenodo, Figshare, OSF (Open Science Framework) та Dryad. Для кожного сервісу охарактеризовано ключові функціональні можливості, умови використання, підтримувані формати даних, механізми присвоєння ідентифікаторів DOI, налаштування рівнів доступу, інтеграцію з іншими платформами та науковими видавцями, а також специфічні переваги й обмеження в контексті застосування в педагогічних дослідженнях, наведено узагальнене порівняння. Обґрунтовано, що вибір цифрового сервісу має здійснюватися з урахуванням типу дослідження, вимог фінансувальника, необхідного рівня захисту персональних даних та планованого способу повторного використання матеріалів.

Ключові слова: FAIR-дані, відкрита наука, цифрові репозиторії, освітні науки, метадані, відтворюваність досліджень.



Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026