

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видается з 2013.



p-ISSN 2413-1571
e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-4-007

УДК 004.853

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ТА ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛІВ

Юлія НОСЕНКО ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
nosenko-y@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

MODELING THE ECOSYSTEM OF OPEN SCIENCE FOR THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND ACTIVITY OF TEACHERS

Yuliia NOSENKO ✉

The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine
nosenko-y@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Розвиток цифрових засобів, хмаро орієнтованих систем сприяє підвищенню доступності здобутків відкритої науки, відкриває нові можливості для фахівців різних сфер діяльності, в т.ч. вчителів закладів загальної середньої освіти. Так, хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки мають потенціал значно покращити професійний розвиток вчителів, надаючи їм доступ до великої кількості ресурсів, інструментів і можливостей для підвищення якості навчання та викладання.

Матеріали і методи. Представлено деякі результати дослідження, що виконується в рамках проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України. Застосовано теоретичні методи, зокрема аналіз дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних дослідників, експертів, аналіз міжнародних документів, рекомендацій.

Результати. Розроблено модель системи відкритої науки, що містить: принципи та чинники, які сприятимуть її успішній реалізації; фасилітаторів, які залучені в процеси запровадження відкритої науки; бенефіціарів – суб'єктів, які отримують від цього максимальну користь; е-інфраструктуру. Визначено можливості використання відкритої науки у професійному розвитку та діяльності вчителів; можливості та переваги хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. Обґрунтовано виклики відкритої науки та чинники подолання перешкод на шляху її запровадження. Розроблено рекомендації щодо розвитку системи відкритої науки, які можна використати як для поширення принципів відкритої науки загалом, так і для покращення професійного розвитку та діяльності вчителів зокрема.

Висновки. Нині відкрита наука є невід'ємним елементом розвитку сучасного глобалізованого світу, що сприяє підвищенню якості, прозорості і достовірності наукових досліджень. Її запровадження і розвиток стали можливими завдяки широкому застосуванню цифрових засобів, зокрема хмаро орієнтованих сервісів і систем. Для вчителів застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки відкриває потенціал для професійного розвитку, надаючи доступ до великої кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання. При цьому успішність моделювання і запровадження системи відкритої науки залежить від узгодженості та ефективності взаємодії різних суб'єктів відкритої науки – від політиків до освітян.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: відкрита наука; цифрові технології; хмаро орієнтовані сервіси і системи; професійний розвиток вчителів; моделювання.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The development of digital tools, cloud-oriented systems, contributes to increasing the accessibility of achievements of open science, reveals new opportunities for specialists in various fields of activity, including teachers of general secondary schools. Thus, cloud-based open science services have the potential to significantly improve the professional development of teachers by giving them access to a large number of resources, tools and opportunities to improve the quality of learning and teaching.

Materials and methods. The article presents some results of the research within the project «Cloud-oriented systems of open science in teaching and professional development of teachers» (registration number 2020.02/0310) implemented with grant support from the National Research Fund of Ukraine. Theoretical methods are applied, in particular, analysis of research works of domestic and foreign researchers, experts, analysis of international documents, recommendations.

Results. A model of the ecosystem of open science has been developed, which contains: principles and factors that will contribute to its successful implementation; facilitators who are involved in the processes of introducing open science; beneficiaries - subjects who will get the maximum benefit from it; e-infrastructure. The possibilities of using open science in the professional development and activities of teachers have been determined; opportunities and advantages of cloud-oriented services of open science for the professional development of teachers have been defined. The challenges of open science and factors for overcoming obstacles on the way to its introduction are substantiated. Recommendations for the development of the open science ecosystem have been developed, which can be used both to spread the principles of open science in general and to improve the professional development and activities of teachers in particular.

Conclusions. Today, open science is an integral element of the development of the modern globalized world, which contributes to increasing the quality, transparency and credibility of scientific research. Its implementation and development became possible due to the widespread use of digital tools, in particular cloud-oriented services and systems. For a teacher, the use of cloud-oriented services of open science opens up the potential for professional development, providing access to a large number of resources, tools and opportunities for improving the quality of learning and teaching. At the same time, the success of the modelling and implementation of the ecosystem of open science depends on the coherence and effectiveness of the interaction of various subjects of open science - from politicians to educators.

KEYWORDS: open science; digital technologies; cloud-oriented services and systems; teachers' professional development; modelling.

ВСТУП

Формулювання проблеми. Відкрита наука – невід'ємний елемент розвитку сучасного глобалізованого світу. Вона сприяє підвищенню якості наукових досліджень (за рахунок прозорості, відкритості даних і методів, вільному доступу до наукових знань і результатів досліджень, можливості репродукції досліджень та ін.), прискоренню наукового

Для цитування:

Носенко Ю. Моделювання системи відкритої науки для професійного розвитку та діяльності вчителів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 4. С. 49-55. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-4-007

Носенко, Ю. (2023). Моделювання системи відкритої науки для професійного розвитку та діяльності вчителів. *Фізико-математична освіта*, 38(4), 49-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-007>

For citation:

Nosenko, Yu. (2023). Modeling the ecosystem of open science for the professional development and activity of teachers. *Physical and Mathematical Education*, 38(4), 49-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-007>

Nosenko, Yu. (2023). Modeliuvannya systemy vidkrytoї nauky dlia profesinoho rozvytku ta diialnosti vchyteliv [Modeling the ecosystem of open science for the professional development and activity of teachers]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(4), 49-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-007>

✉ Corresponding author

© Yu. Nosenko, 2023

процесу (через доступність інформації, можливість спільної роботи, колаборації, відкритий обмін ідеями і досвідом). У цілому, відкрита наука сприяє прозорості, контролю якості і збільшенню достовірності наукових досліджень, посиленню довіри до наукових результатів.

Упровадження і розвиток відкритої науки в глобальному вимірі стали можливими завдяки широкому застосуванню цифрових засобів – мережних технологій, хмаро орієнтованих сервісів і платформ, систем штучного інтелекту та ін.

Серед аспектів, за якими цифрові технології сприяють розвитку відкритої науки, варто відзначити:

- відкритий доступ до наукових даних і публікацій (цифрові архіви, онлайн-журнали, репозиторії тощо);
- співпраця та комунікація (веб-технології, соціальні мережі й ін. засоби синхронної та асинхронної віддаленої комунікації);
- аналіз даних – складний аналіз даних і моделювання, що полегшує виявлення нових зв'язків і закономірностей у наукових дослідженнях;
- відкрите оцінювання наукових робіт – використання цифрових платформ для відкритого рецензування, обміну думками та коментарями;
- відкрита освіта – цифрові технології сприяють доступності освітніх матеріалів та навчальній взаємодії, дозволяючи людям навчатися і підвищувати свою кваліфікацію будь-де, будь-коли.

Цифрові технології розширюють можливості відкритої науки, роблять науковий процес більш демократичним, підвищують якість наукових досліджень, дозволяючи залучити більшу кількість людей, сприяючи обміну знаннями та інформацією. Поширення і доступність здобутків відкритої науки підвищується за рахунок розвитку хмаро орієнтованих систем, що відкриває нові можливості для фахівців різних сфер діяльності, зокрема вчителів закладів загальної середньої освіти. Так, хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки мають потенціал значно покращити професійний розвиток вчителів, надаючи їм доступ до величезної кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання.

При цьому варто відзначити, що успішність моделювання і запровадження системи відкритої науки залежить від узгодженості та ефективності взаємодії різних суб'єктів відкритої науки.

Аналіз актуальних досліджень. Організація економічного співробітництва та розвитку (the Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) визначає відкриту науку як загальну доступність (у цифровому форматі, без обмежень або з мінімальними обмеженнями) результатів досліджень, що фінансуються за державний рахунок (OECD, 2015).

Згідно з рекомендаціями ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO, 2021), відкриту науку визначено як інклюзивний конструкт, що поєднує різні рухи і практики, спрямовані на забезпечення відкритості та доступності наукових знань для кожного, розширення наукового співробітництва та обміну інформацією на користь науки і суспільства, забезпечення відкритості процесів створення наукових знань, їх оцінювання та наукової комунікації для суб'єктів, яку не належить до наукової спільноти.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки, що є гнучким, потужним, функціональним засобом підтримки професійного розвитку та діяльності, привертають все більшу увагу дослідників.

В Україні досягнуто значних результатів щодо дослідження теоретичних та методологічних засад проектування інформаційно-освітніх середовищ відкритої освіти (В. Ю. Биков (Вуков та ін., 2020), С. Г. Литвинова (Коваленко та ін., 2020), М. В. Мар'єнко (Мар'єнко та ін., 2021), С. О. Семеріков, М. П. Шишкіна та ін.).

Закордонними дослідниками визначено теоретичні засади (Fecher та ін., 2014; Tacke, 2010), тенденції, проблеми і перспективи запровадження технологій відкритої науки (В. Kumar, М. Raju, I. Larsen-Ledet (Larsen-Ledet та ін., 2019), Н. Korsgaard, N. Chakravorty (Chakravorty та ін., 2022) та ін.), узагальнено рекомендації щодо впровадження практик відкритої науки (Banks та ін., 2019) та ін.

Ці та інші роботи вітчизняних і закордонних авторів утворюють методологічний базис для подальших досліджень за даним напрямом, спираючись на розуміння того, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки є новим етапом розвитку відкритих освітніх систем.

Мета – розробити модель системи відкритої науки для успішного запровадження відкритих наукових результатів загалом та для професійного розвитку і діяльності вчителів зокрема.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У даній статті представлено деякі результати дослідження, що виконується в рамках проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

Застосовано теоретичні методи науково-педагогічного пошуку. Зокрема, аналіз дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних дослідників, експертів, аналіз міжнародних документів, рекомендацій. У результаті синтезу, узагальнення аналітичної роботи здійснено розробку рекомендацій щодо розвитку системи відкритої науки, які можна використати як для поширення принципів відкритої науки загалом, так і для покращення професійного розвитку та діяльності вчителів зокрема.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Обговорюючи відкриту науку доцільно наголосити, що ключовим аспектом її реалізації є співпраця, що в сучасних умовах може здійснюватися напряму (офлайн) та опосередковано (розподілено), із застосуванням цифрових технологій. Постійний наголос на «цифрі» вказує на значущість технологічного фактору в розвитку сучасної цивілізації загалом та відкритої науки зокрема. З одного боку можна спостерігати цифровий розрив (цифрову, інформаційну

нерівність) та його наслідки у соціальній, культурній, економічній, освітній та ін. сферах. З іншого – постійне розроблення нових обчислювальних інфраструктур, технологій, стандартів, рекомендацій для підтримки відкритої науки. В Україні цифровий розрив особливо відчутний, якщо порівнювати якість Інтернет-з'єднання у загальноосвітніх школах в містах та сільській місцевості.

Пов'язані терміни «відшукуваність», «доступність», «сумісність», «відтворюваність» (від принципів FAIR – Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) поклали початок дослідженням у галузях інформатики та є ключовими для розуміння нових викликів, що виникають перед цифровими технологіями. До прикладу, «відтворюваність» (або «повторне використання»), зокрема, може передбачати перепрофілювання та призводити до побоювань дослідників щодо потенційних небажаних побічних ефектів від їхніх досліджень. Це одна з причин того, що деякі вчені та інші фахівці досі не прагнуть поширювати проміжні і кінцеві результати своїх робіт у цифровому просторі.

Такі побоювання створюють перепони поширенню концепції відкритої науки. Важливо пам'ятати, що відкрита наука не є протиставленням традиційній науці. Натомість вона передбачає, що дослідження здійснюються більш прозоро, у співпраці, із застосуванням сучасних цифрових засобів. І це стосується всіх наукових дисциплін.

Основу системи відкритої науки складає саме співпраця. На рис. 1 зображено цикл, в якому поширюються результати наукових пошуків для забезпечення можливості співпраці шляхом повторного використання, безперервного обміну результатами, поширення розробок і знань.

Центральним фокусом цієї системи є спільний доступ до наукових результатів, зокрема публікацій. Часто поняття відкритих публікацій вживають у сенсі відкритої науки, як синонімічне поняття. Досі тривають дискусії щодо необхідності 100% відкритості публікацій, що зумовлює необхідність оновлення економічних моделей видавничої справи. Також предметом дискусій виступають відкритість даних, запровадження чого потребує додання низки культурних, політичних та ін. бар'єрів. Однією з причин неузгодженості є відсутність на глобальному рівні спільного розуміння поняття «публікація» та шляхів її поширення. Ця проблема стосується і наукових результатів через невизначеність сутності цих результатів, їхню значну варіативність (від наукової статті до прикладної розробки, програмного коду і т.ін.). Глибина проблеми відрізняється у залежності від низки факторів: наукової дисципліни, географічного регіону тощо.

Побудова системи відкритої науки має відбуватися як за принципами FAIR, згаданими вище (відшукуваність, доступність, сумісність, відтворюваність), так і за принципами співпраці: довіри, рівності, інклюзивності (підтримки різноманітності), відповідальності. Відповідальність передбачає дотримання принципів наукової етики, авторського права, законодавчих норм.

Серед чинників, що сприятимуть успішній реалізації системи відкритої науки, розглядаємо такі:

- зміна культури ведення наукових досліджень – формування у фахівців та суспільстві загалом розуміння того, що наукові дослідження мають здійснюватися за принципами FAIR та за принципами співпраці;
- навчання і підготовка – формування у майбутніх та практикуючих дослідників компетентностей відкритої науки, здатності ефективно працювати у відкритому науковому просторі;
- нарощування потенціалу – мотивування, створення механізмів заохочення, залучення молоді до наукової діяльності; заохочення фахівців різних галузей (зокрема, вчителів) до використання наукових здобутків;
- фінансування – матеріальна підтримка процесів впровадження відкритої науки на різних рівнях (локальному, регіональному, державному, глобальному).

Серед фасилітаторів (тобто суб'єктів, які залучені в процеси запровадження відкритої науки) розглядаємо:

- законодавчі органи, що створюють нормативне підґрунтя для регулювання процесів на різних рівнях – державному, міжнародному та ін. (у т.ч. законодавці, політики, розробники державної політики і т.ін.);
- донори – різноманітні фонди, спонсори, грантодавачі, які надають фінансову підтримку дослідженням на конкурсних умовах;
- наукові установи – головні суб'єкти запровадження відкритої науки, які безпосередньо працюють над створенням і поширенням наукових результатів;
- освітні установи – реалізують підготовку нових наукових кадрів, забезпечують розвиток актуальних компетентностей, формують думку щодо цінностей і переваг відкритої науки, впроваджують актуальні наукові результати в освітньому процесі (зокрема, на базі закладів загальної середньої освіти) тощо;
- технічна підтримка – суб'єкти, що здійснюють реалізацію і підтримку електронних мереж, платформ, сервісів і т.ін. для запровадження відкритої науки (до прикладу, технічна підтримка електронних журналів, бібліотек, хмарної інфраструктури EOSC, мережних підключень в закладах освіти тощо);
- видавництва – суб'єкти, основним видом діяльності яких є підготовка і випуск видавничої продукції. У контексті відкритої науки актуальності набуває саме випуск електронної продукції, натомість попит на друковану продукцію поступово знижується. Це зумовлює необхідність переформатування роботи видавництва, орієнтацію їх на електронний контент.

Основними бенефіціарами (тобто тими суб'єктами, які отримують максимальну користь від зазначених процесів) вважаємо:

- науковий сектор (наукові установи, дослідницькі організації та ін.);
- освітній сектор (заклади освіти різного рівня);
- економічний сектор (промисловість, виробництво, інновації тощо);
- суспільство загалом.

Для побудови системи відкритої науки важливе функціонування електронної інфраструктури, зокрема мереж і платформ (наприклад, EOSC), спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, журнальних систем), репозиторіїв (електронних бібліотек) тощо. Для підтримки електронної інфраструктури необхідним є якісне мережне з'єднання, швидкісне підключення до мережі Інтернет для ефективної взаємодії. Також потрібно забезпечити потрібні потужності

для виконання обчислювальних завдань, які цього потребують. Наразі переважна більшість електронних послуг є хмаро орієнтованими (надаються і обслуговуються через «хмару»), що дозволяє мінімізувати витрати та мати безперервний доступ до необхідних сервісів і платформ, будь-де і будь-коли.



Рис. 1. Модель системи відкритої науки

Очевидно, модель системи відкритої науки охоплює різні рівні – від освітнього і наукового до загально суспільного. Ефективна реалізація відкритих наукових досліджень та запровадження їхніх результатів можлива за умов співпраці усіх зазначених суб'єктів. Розглянемо, як це реалізується на рівні закладів загальної середньої освіти, зокрема у професійному розвитку та діяльності вчителів.

Можливості використання відкритої науки у професійному розвитку та діяльності вчителів:

– доступ до актуальної інформації – вчителі можуть скористатися відкритими науковими ресурсами для отримання останніх даних зі своєї дисципліни. Це допомагає підвищити їхню компетентність, формувати в учнів актуальні знання;

– навчальні матеріали для вчителів – відкрита наука слугує джерелом навчальних матеріалів для вчителів. Вони можуть знайти безкоштовні підручники, статті, відео та інші ресурси для використання в освітньому процесі – як для власного розвитку, так і для застосування на заняттях з учнями;

– дослідницькі можливості для вчителів – відкрита наука дозволяє вчителям брати участь у дослідженнях та проектах, що стосуються їхньої дисципліни, співпрацювати з науковцями і розвивати власні дослідницькі навички;

– збільшення мотивації учнів – відкрита наука може стати джерелом натхнення для учнів, їхнього пізнання актуальних наукових відкриттів, застосування знань у реальному світі, що може збільшити їхню мотивацію до навчання;

– сприяння критичному мисленню – відкрита наука сприяє розвитку критичного аналізу і оцінці джерел інформації. Вчителі можуть використовувати це як можливість для розвитку навичок критичного мислення;

– можливість впровадження інновацій – вчителі можуть використовувати інновації та передові методи навчання, які базуються на актуальних наукових відкриттях, що дозволяє покращити якість навчання;

– глобальна співпраця – відкрита наука сприяє глобальній співпраці між учителями та освітніми закладами з різних країн, що може сприяти обміну досвідом та ресурсами, створенню спільних проектів.

Відкрита наука розширює можливості вчителів, робить процес навчання більш науково обґрунтованим, захопливим та інформативним, що сприяє підвищенню якості освіти. При цьому хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки мають потенціал значно покращити професійний розвиток вчителів, надаючи їм доступ до величезної кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання.

Можливості та переваги хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів:

– доступ до величезних обсягів інформації: хмарні сервіси дозволяють вчителям отримувати доступ до великих обсягів наукових статей, журналів, книг та даних, що можуть бути корисними для підготовки уроків та ін. видів професійної активності;

– спільна робота та обмін досвідом: вчителі можуть використовувати хмарні сервіси для спільної роботи над проектами з іншими вчителями, обміну досвідом. Це сприяє розвитку спільноти вчителів і підвищенню якості навчання;

– зручний доступ до інструментів для аналізу даних: хмарні сервіси надають доступ до різноманітних інструментів для аналізу даних, які можуть бути корисними для оцінювання успішності учнів, створення персоналізованих навчальних матеріалів і розвитку стратегій викладання;

– можливість створення та публікації власних досліджень: вчителі можуть використовувати хмарні сервіси для створення і публікації власних досліджень та навчальних матеріалів, що сприяє їхньому професійному розвитку та підвищенню авторитету в галузі освіти;

– адаптивність та оновлення: хмарні сервіси постійно оновлюються та розвиваються, надаючи вчителям доступ до нових інструментів і можливостей для навчання та викладання;

– зменшення витрат на матеріали та зберігання даних: за допомогою хмарних сервісів відкритої науки вчителі можуть зменшити витрати на паперові матеріали та зберігання даних, оскільки великі обсяги інформації можуть бути збережені в електронному форматі та доступні будь-де, будь-коли;

– підвищення ефективності навчання: за допомогою хмарних сервісів вчителі можуть створювати інтерактивні навчальні матеріали, відеоуроки та тести, що сприяє підвищенню ефективності навчання та залученню учнів;

– підвищення конкурентоспроможності: знання та використання хмарних сервісів відкритої науки може підвищити конкурентоспроможність вчителя на ринку праці та сприяти його професійному зростанню.

Виклики відкритої науки. Відкрита наука зумовлює необхідність змін у дослідницькій методології і практиці, у процесах впровадження – на рівні мислення, ментальності. Проблеми побудови системи відкритої науки охоплюють дві групи:

– людський фактор – необхідність оновлення цінностей, культури, модернізація освітньої і наукової сфери, формування свідомого відношення до запровадження відкритої науки, відповідних компетентностей та ін. На рівні закладів загальної середньої освіти – формування у вчителів умотивованості, свідомого прагнення до застосування переваг відкритої науки;

– технічний фактор – необхідність побудови якісної електронної інфраструктури, підготовки фахівців до підтримки і роботи з такою інфраструктурою та її постійного вдосконалення. На технічному рівні можуть виникати перепони: фізичні (наприклад, невідповідна електронна інфраструктура), адміністративні (наприклад, потреба реструктуризації певних структур, установ, підрозділів чи ін.), компетентнісні (наприклад, відсутність належних навичок, умінь у технічного персоналу), юридичні (наприклад, пов'язані з законодавчою базою для обліку ліцензій, інтелектуальної власності тощо). Відсутність або низька якість Інтернет-з'єднання, ненадійне живлення, застріле обладнання, ігнорування питань безпеки – все це призводить до невідповідності електронної інфраструктури, до неможливості забезпечення умов відкритості.

Різні фасилітатори (суб'єкти, залучені в процеси запровадження відкритої науки) мають об'єднатися у забезпеченні інклюзивності (підтримки різноманітності), сприяти рівноправній співпраці, справедливості і рівності у доступі до наукових надбань, враховувати відмінності, що існують в різних секторах економіки, регіональні особливості.

Чинники подолання перешкод на шляху запровадження відкритої науки.

– Освіта: важливо підвищувати обізнаність як майбутніх, так і практикуючих освітян (зокрема, вчителів) щодо сутності, принципів, способів реалізації, переваг відкритої науки, особливостей глобальної співпраці. Розвиток глобальної науки в багатодисциплінарному, мультикультурному контексті, наукова етика, безпека та конфіденційність даних, відкриті дані (будь то публікації чи програмне забезпечення) – ці та інші питання повинні розглядатися в рамках підготовки не лише наукових кадрів, а й кадрів освіти. Також при підготовці доцільно розглянути такі проблеми як «розриви» (gaps) – між науковою сферою і сферою практичної реалізації, між регіонами (в сенсі цифрової неоднорідності – технічного оснащення і цифрової компетентності; різного рівня забезпечення наукового сектору та ін.).

– Стимулювання: публічне визнання зусиль і досягнень фахівців у поширенні відкритої науки, що може виражатися в розробленні системи нагород, включенні відповідних критеріїв для прийому на посади і кар'єрного зростання, матеріальному заохоченні тощо. Стимулювання, заохочення може створити підґрунтя для мотивування поширювати у відкритому просторі результати своїх надбань, дотримуватися принципів FAIR.

– Електронна інфраструктура: важливо забезпечити доступний широкопasmовий Інтернет у всіх регіонах, в т.ч. сільській, віддаленій місцевості; підтримувати спільний доступ до широкого спектру ресурсів, включаючи апаратні системи, безпечні обчислювальні середовища на базі хмаро орієнтованих систем; забезпечити підготовку технічних фахівців, здатних здійснювати підтримку дослідницьких цифрових сервісів та інфраструктур, проєктувати і розробляти відкрите програмне забезпечення для потреб відкритої науки тощо. На рівні закладів загальної середньої освіти – запровадження ставок для фахівців, які підтримуватимуть електронну інфраструктуру закладу, формування у вчителів цифрової компетентності на рівні, достатньому для застосування відкритих електронних ресурсів, цифрових сервісів.

Долання зазначених перепон сприятиме запровадженню системи відкритих наукових досліджень, що поєднає різні сектори на регіональному, державному та глобальному рівнях для взаємодії, спільного покращення суспільного добробуту. Поряд із цим, важливо зазначити, що першочерговими змінами, які потрібно ініціювати, є культурні зміни, у т.ч. формування свідомого відношення, відповідальності, вмотивованості, відповідної ментальності майбутніх і практикуючих наукових і освітніх кадрів. Зокрема, у підготовці вчителів необхідно закласти кластер відкритої науки – формування їхньої компетентності щодо можливостей і практичного застосування принципів і переваг відкритої науки. Таку підготовку можна здійснювати у закладах вищої педагогічної освіти, закладах післядипломної педагогічної освіти. Доцільним є створення доступних дистанційних курсів, що сприяли б неперервному професійному розвитку вчителів у даному контексті.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, нині відкрита наука є невід'ємним елементом розвитку сучасного глобалізованого світу, що сприяє підвищенню якості наукових досліджень, їхньої прозорості і достовірності, посиленню довіри до наукових результатів. Упровадження і розвиток відкритої науки стали можливими завдяки широкому застосуванню цифрових засобів, зокрема хмаро орієнтованих систем.

Для вчителя застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки відкриває потенціал для професійного розвитку, надаючи доступ до величезної кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання. При цьому успішність моделювання і запровадження системи відкритої науки залежить від узгодженості та ефективності взаємодії різних суб'єктів відкритої науки – від політиків до освітян.

У результаті виконаної дослідницької роботи ми розробили рекомендації, спрямовані на подальший розвиток системи відкритої науки, та які можуть бути адресовані різним суб'єктам реалізації відкритої науки. Вважаємо, що тільки шляхом узгодженої співпраці різних зацікавлених сторін можна досягти значущих результатів.

Рекомендації щодо розвитку системи відкритої науки:

- Зміцнення зв'язків між наукою та суспільством, зокрема шляхом популяризації науки, залучення громадян до участі в розв'язанні проблем суспільного значення і т.ін. Впровадження та просування практик відкритої науки.

- Пропагування і всебічна підтримка науки, зокрема відкритої науки, на державному, громадському рівнях. Формування у суспільстві усвідомлення того, що наукові здобутки, знання сприяють подоланню проблем, криз різного рівня і складності.

- Сприяння обізнаності щодо можливостей і переваг, що надає запровадження принципів відкритої науки.

- Забезпечення рівного доступу до наукових результатів – як для дослідників різних галузей, так і для освітян (вчителів), громадськості (виробників, споживачів та ін.).

- Сприяння культурним, ментальним змінам у веденні наукових досліджень, як на рівні методології, так і на рівні практики.

- Забезпечення узгодженої політики щодо запровадження відкритої науки, зокрема шляхом відповідних дискусій на глобальному рівні, створення міжнародних угод.

- Забезпечення розвитку національної та міжнародної нормативно-правової бази, що сприяла б обміну науковими результатами, доступності наукових репозиторіїв попри міждержавні кордони.

- Розвиток якісної електронної інфраструктури для підтримки відкритої науки, забезпечення норм кібербезпеки.

- Розвиток електронних платформ відкритої науки для сприяння доступності, інклюзивності наукового прогресу для вирішення актуальних регіональних проблем.

- Сприяння розвитку компетентностей відкритої науки, навчання суб'єктів, які забезпечують підтримку відкритих даних, публікацій, програмного забезпечення.

- Сприяння співпраці державного і приватного секторів для посилення відкритої науки.

- Створення нових бізнес-моделей, відповідних умов для видавництва, щоби вони могли забезпечувати відкриту публікацію наукових результатів та доступ до них.

- Сприяння швидкій, оперативній доступності проміжних результатів досліджень у разі виникнення надзвичайних ситуацій глобального і регіонального рівнів.

- Розроблення нормативної бази для підтримки відкритих даних, відкритого програмного забезпечення.

- Розроблення системи заохочень тих суб'єктів, які запроваджують практики відкритих досліджень.

- Розроблення механізмів для вирішення проблем неправомірної поведінки в науковій сфері (зокрема, запровадження відповідальності за фальсифікацію результатів, порушення норм авторського права, наукової етики, плагіат тощо).

Реалізація рекомендацій сприятиме подальшому розвитку відкритої науки, науковій співпраці, покращенню якості наукової та освітньої діяльності, підготовки та професійної діяльності майбутніх і практикуючих фахівців, зокрема вчителів.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на формування і розвиток компетентностей (цифрової компетентності, компетентностей відкритої науки) різних суб'єктів діяльності науково-освітнього простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко, В., Литвинова, С., Мар'єнко, М., & Шишкіна, М. (2020). Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*, 25 (3), 67–74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>
2. Мар'єнко, М., Носенко, Ю., Шишкіна, М. (2021). Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>
3. Banks, G., Field, J., Oswald, F., O'Boyle, E. et al. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>
4. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>
5. Chakravorty, N., Sharma, C.S., Molla, K. A., & Pattanaik, J. K. (2022). Open Science: Challenges, Possible Solutions and the Way Forward. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 88, 456–471. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00104-2>
6. Fecher, B., & Friesike, S. (2014). *Open Science: One Term, Five Schools of Thought*. In: Bartling, S., Friesike, S. (eds) *Opening Science*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1787/5f9632f9632f1-en>
7. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv>
8. Larsen-Ledet, I., & Korgaard, H. (2019). Territorial Functioning in Collaborative Writing: Fragmented Exchanges and Common Outcomes. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 28 (3–4), 391–433. <https://doi.org/10.1007/s10606-019-09359-8>
9. OECD (2015), "Making Open Science a Reality", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 25, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f9632f9632f1-en>
10. Tacke, O. (2010). *Open Science 2.0: How Research and Education Can Benefit from Open Innovation and Web 2.0*. In: Bastiaens, T.J., Baumöl, U., Krämer, B.J. (eds) *On Collective Intelligence. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 76. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14481-3_4
11. UNESCO Recommendation on Open Science (2021). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kovalenko, V., Lytvynova, S., Marienko, M., & Shyshkina, M. (2020). Cloud Oriented Systems of Open Science in Teacher Teaching and Professional Development: Contents of the Basic Concepts of Research. *Physical and Mathematical Education*, 25 (3), 67–74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>
2. Marienko, M., Nosenko, Yu., & Shyshkina, M. (2021). Tools and services of the European Cloud of Open Science to Support Scientific and Educational Activities. *Physical and Mathematical Education*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>
3. Banks, G., Field, J., Oswald, F., O'Boyle, E. et al. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>
4. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>
5. Chakravorty, N., Sharma, C.S., Molla, K. A., & Pattanaik, J. K. (2022). Open Science: Challenges, Possible Solutions and the Way Forward. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 88, 456–471. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00104-2>
6. Fecher, B., & Friesike, S. (2014). *Open Science: One Term, Five Schools of Thought*. In: Bartling, S., Friesike, S. (eds) Opening Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2
7. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv>
8. Larsen-Ledet, I., & Korsgaard, H. (2019). Territorial Functioning in Collaborative Writing: Fragmented Exchanges and Common Outcomes. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 28 (3–4), 391–433. <https://doi.org/10.1007/s10606-019-09359-8>
9. OECD (2015), "Making Open Science a Reality", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 25, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>
10. Tacke, O. (2010). *Open Science 2.0: How Research and Education Can Benefit from Open Innovation and Web 2.0*. In: Bastiaens, T.J., Baumöl, U., Krämer, B.J. (eds) On Collective Intelligence. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol 76. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14481-3_4
11. UNESCO Recommendation on Open Science (2021). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf>

