

НОСЕНКО Ю.Г.

кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут інформаційних технологій і
засобів навчання НАПН України,
м. Київ, Україна

СЕРВІСИ ХМАРО-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАУКОВО-ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

NOSENKO Yu.G. Services of cloud-oriented open science systems for supporting scientific and educational activities. *The article reveals the essence of the concept of open science based on three main principles: open access to scientific publications, open research data, and open cooperation. The differences between traditional research and joint, collaborative parallel research are illustrated. The services of cloud-oriented open science systems are analyzed and systematized for use in scientific and educational activities: specialized search engines, content visualization services, services for efficient data storage and exchange, communication services, scientific papers repositories, etc. The European Open Science Cloud is characterized.*

Key words: *open science, scientific and educational activity, cloud-oriented system, service, European Open Science Cloud.*

НОСЕНКО Ю.Г. Сервіси хмаро-орієнтованих систем відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *У статті розкрито сутність концепції відкритої науки, що базується на трьох головних принципах: відкритому доступі до наукових публікацій, відкритих дослідницьких даних, відкритій співпраці. Проілюстровано відмінності між традиційним дослідженням та спільним, колаборативним паралельним дослідженням. Проаналізовано і систематизовано сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки, доцільні для використання в науково-освітній діяльності: спеціалізовані пошукові системи, сервіси візуалізації контенту, сервіси для ефективного зберігання й обміну даними, сервіси для зв'язку і комунікації, репозиторії наукових робіт та ін. Схарактеризовано Європейську хмару відкритої науки.*

Ключові слова: відкрита наука, науково-освітня діяльність, хмаро орієнтована система, сервіс, Європейська хмара відкритої науки.

НОСЕНКО Ю.Г. **Сервисы облако ориентированных систем открытой науки для поддержки научно-образовательной деятельности.** В статье раскрыта сущность концепции открытой науки, базирующейся на трех главных принципах: открытом доступе к научным публикациям, открытых исследовательских данных, открытом сотрудничестве. Проиллюстрированы различия между традиционным исследованием и колаборативным параллельным исследованием. Проанализированы и систематизированы сервисы облако ориентированных систем открытой науки, целесообразные для использования в научно-образовательной деятельности: специализированные поисковые системы, сервисы визуализации контента, сервисы для эффективного хранения и обмена данными, сервисы для связи и коммуникации, репозитории научных работ и др. Охарактеризовано Европейское облако открытой науки.

Ключевые слова: открытая наука, научно-образовательная деятельность, облако ориентированная система, сервис, Европейское облако открытой науки.

NOSENKO Yu. **Usługi opartych na chmurze systemów otwartej nauki wspierające działalność badawczą i edukacyjną.** Artykuł ukazuje istotę koncepcji otwartej nauki, która opiera się na trzech głównych zasadach: otwarty dostęp do publikacji naukowych, otwarte dane badawcze, otwarta współpraca. Zilustrowano różnice między tradycyjnymi badaniami a wspólnymi, prowadzonymi w ramach współpracy we wspólnym środowisku. Analizowane i usystematyzowane są usługi zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki analizowane pod kątem wykorzystania w działalności naukowej i edukacyjnej: specjalistyczne wyszukiwarki, usługi wizualizacji treści, usługi wydajnego przechowywania i wymiany danych, usługi komunikacyjne, repozytoria badań, itp. Scharakteryzowano europejską chmurę otwartej nauki.

Słowa kluczowe: otwarta nauka, działalność naukowa i edukacyjna, systemy zorientowane na chmurę, usługa, Europejska chmura otwartej nauki.

Динамічна цифровізація багатьох сфер діяльності людини зумовлює потребу в покращенні конкурентоспроможності освітньої сфери України, розвитку актуальних компетентностей фахівців, підвищенні рівня доступності та якості освітніх послуг. Ключовим чинником підготовки осіб, здатних адаптуватися до стрімких суспільно-економічних змін, критично мислити, ефективно вирішувати професійні завдання із застосуванням сучасних технічних засобів і цифрових рішень, займатися сталим саморозвитком є узгоджена взаємодія науково-педагогічних і наукових кадрів.

Серед умов поліпшення якості підготовки фахівців науково-освітньої сфери варто відзначити розширення частки дослідницького підходу у навчанні, запровадження інноваційних засобів, зокрема хмаро орієнтованих сервісів і технологій відкритої науки. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки нового покоління, що є більш гнучкими, потужними, функціональними, привертають все більшу увагу дослідників. Проблеми їхнього проєктування і використання в науково-освітній діяльності належать до першочергових в аспекті цифровізації (Биков В. Ю., Лупаренко Л. А., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. та ін.). Важливо взяти до уваги світові тенденції, що полягають у масовому запровадженні в закладах освіти науково-освітніх платформ відкритої науки, що дозволяє створювати високо-потужні інформаційно-технологічні екосистеми організації освітньо-наукового процесу.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю покращення якості та результативності впровадження в науково-освітню діяльність засобів і сервісів відкритої науки, підвищення ефективності їх використання у вітчизняній науці та системі освіти, поліпшення рівня підготовки фахівців освітньої галузі, зокрема вчителів.

Тendenції і перспективи впровадження технологій відкритої науки в освітній процес розглядалися в роботах закордонних дослідників: В. Kumar, М. Raju, О. Moravcik, S. Filiposka, I. Larsen-Ledet [5], Н. Korsgaard та ін. В Україні досягнуто значних результатів щодо дослідження Теоретичні та методологічні засади проєктування інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти досліджуються вітчизняними ученими: В. Ю. Биковим [2], С. Г. Литвиною, А. Ф. Манако, М. В. Мар'єнко (Попель) [6], Л. Ф. Панченко, С. О. Семеріковим, М. П. Шишкіною [1; 2; 6] та ін.). Роботи цих 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 статті: Розкрити сутність концепції відкритої науки; проаналізувати і систематизувати сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки, доцільні для використання в науково-освітній діяльності.

У розрізі побудови глобального інформаційного простору і суспільства знань, європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для науково-інноваційної політики – відкриту науку (Open Science). Це нова концепція наукового процесу, заснована на високих стандартах прозорості і співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань з використанням сучасних цифрових сервісів і технологій. Відкрита наука стосується всього циклу наукового процесу і базується на трьох головних принципах: відкритому доступі до наукових публікацій, відкритих дослідницьких даних, відкритій співпраці. Кожний із цих принципів реалізується, зокрема, у такий спосіб:

- відкритий доступ до наукових публікацій – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження стандартів «зеленого» і «золотого» доступу (бібліометрика);
- відкриті дослідницькі дані – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження репозиторіїв відкритих даних, формування відношення дослідників до відкритих даних;
- відкрита співпраця – відкритий код, альтметрія, застосування колаборативних платформ, громадянська наука.

У рамках відкритої науки дослідні дані продукуються, акумулюються і розподіляються у спільних сховищах, а результати досліджень широко розповсюджуються у різних форматах. Сповільнений і поступовий процес традиційних досліджень (рис. 1) перетворюється в систему паралельних досліджень, що дозволяє їм проходити швидше та ефективніше (рис. 2). Коли дані, матеріали, обладнання та ін. є розподіленими, то результати дослідження однієї лабораторії можуть бути більш оперативно підтверджені іншою, що покращує їхню якість, валідність.

Переваги відкритої науки яскраво проявили себе під час пандемії Covid-19, коли вся наукова спільнота світу об'єднала свої зусилля заради вирішення спільної проблеми. Попри очевидні переваги, прозорість відкритої науки зумовлює виклики для закладів вищої освіти на наукових установах, що змушені змінювати звичні підходи до ведення досліджень, зокрема в таких контекстах:

- *Відтворюваність*. Сучасна наука проходить кризу відтворюваності наукових результатів, коли різні лабораторії, досліджуючи однакову проблему, застосовуючи аналогічні методики приходять до різних результатів. У праці «Чому більшість опублікованих наукових результатів є помилковими» (John P. A. Ioannidis, “Why Most Published Research Findings Are False”, 2005) автор піднімає проблему якості академічних досліджень, що існує в кожній країні світу. Прозорість, що оточує відкриту науку, покликана спростити тестування результатів досліджень, а, отже, оцінити їх валідність та відтворюваність.



Рис. 1. Послідовність традиційного дослідження [4]



Рис. 2. Спільне, колаборативне паралельне дослідження [4]

- *Конфлікт інтересів.* Взято курс на боротьбу з неправомірними вигодами сторін, що отримують винагороду за підтримку суперечливих, неякісних, невалідних досліджень. Оскільки наукові результати поступово переходять у відкритий формат, підтримувати такі дослідження стає практично неможливим.
- *Препринти.* Наразі дослідники часто розміщують попередні версії, препринти своїх публікацій у відкритому доступі (напр., сервісах arXiv, medRxiv, SSRN тощо), прискорюючи поширення своїх результатів, навіть до моменту проходження незалежної експертизи (peer-review). У зв'язку з цим, поступово зменшується традиційна роль журналів щодо акумулювання і поширення наукових знань.
- *Доступ.* Вільне поширення публікацій спричинює зміну фінансових моделей журналів, видавництва, які отримували винагороду за підписку, рецензування, публікацію та розповсюдження своїх видань. Деякі заклади запроваджують оплату за традиційну підписку та запроваджують безкоштовний відкритий доступ до досліджень, продукуючи їхніми факультетами, студентами та співробітниками.

Наведені приклади показують, що сучасні наукові дослідження потребують відкритості, щоб проявити як переваги, так і проблеми та сумніви дослідників, зумовлені запровадженням принципів відкритої науки, мотивувати дослідників до проведення спільних сумлінних наукових розвідок.

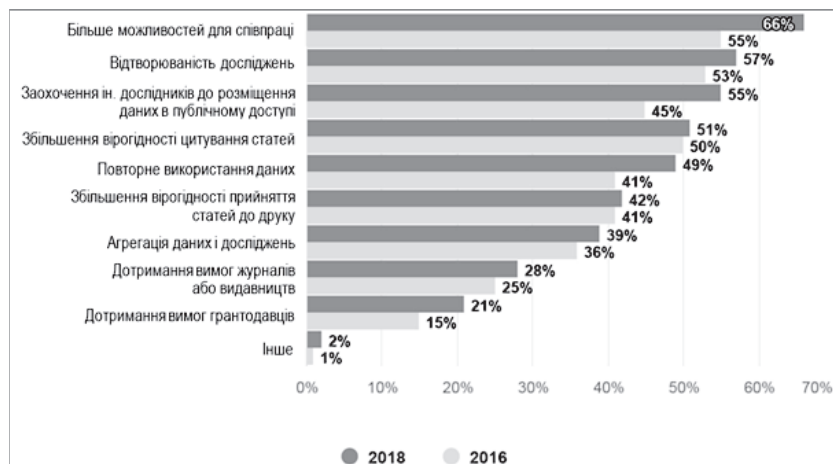


Рис. 3. Бачення дослідниками переваг запровадження принципів відкритої науки

За результатами опитування 1,200 дослідників з різних країн світу [3] було з'ясовано, які саме переваги вони вбачають у запровадженні принципів відкритої науки. Як бачимо (рис. 3), головними перевагами визначено: збільшення можливостей для співпраці, відтворюваність результатів досліджень, заохочення інших дослідників зробити дані доступними, збільшення можливостей для статті бути цитованою та ін. Позиції науковців щодо визнання переваг відкритої науки посилюються з кожним роком (у порівнянні між 2016 та 2018) [3].

Сервіси відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. Формування і підтримування в актуальному стані мережних електронних інформаційних ресурсів, засобів і сервісів відкритого науково-освітнього середовища можна досягти шляхом запровадження спеціальних цифрових інструментів. Із поширенням хмаро орієнтованих рішень, змінюються способи організації доступу до електронних ресурсів, їхня структура і функції, урізноманітнюються форми роботи з ними. Концептуальною відмінністю даного підходу є те, що не лише ресурси, але й сервіси є віртуальними, існують «в хмарі», що створює сприятливі умови для ширшого доступу до різних типів сервісів. Пропонуємо приклади сервісів, що сприяють спрощенню наукової діяльності, забезпеченню її відкритості:

Спеціалізовані пошукові системи: *BibSonomy* – обмін закладами та списками літератури; *Biohunter* – пошук літератури, статистика даних, читання, сортування, зберігання, пошук експертів за напрямом, пошук журналів; *DeepDyve* – миттєвий доступ до журналів різної тематики; *Google*

Scholar – пошук наукової літератури за різними дисциплінами і галузями знань, моніторинг цитувань; *Microsoft Academic Search* – пошук інформації про наукові роботи, авторів, конференції, журнали тощо; *MyScienceWork* – вільне і доступне поширення наукової інформації; *Paperity* – агрегатор статей і журналів, розміщених у вільному доступі; *SSRN* – багато-дисциплінарний репозиторій наукових досліджень і матеріалів з галузі соціальних наук; *Zotero* – засіб для пошуку, систематизації, цитування і обміну науковими ресурсами; та ін.

Сервіси візуалізації контенту: *Colwiz* – засіб для створення цитат і бібліографії, створення дослідницьких груп у «хмарі» для обміну даними, файлами, джерелами тощо; *Interactive Science Publishing* – засіб для публікування великих наборів даних; *Mendeley* – платформа, що складається з соціальної мережі, менеджера посилань, засобів візуалізації статей; *PaperHive* – засіб для спрощення дослідницької комунікації (обговорення «всередині» документів); та ін.

Сервіси для ефективного зберігання й обміну даними: *ContentMine* – оприлюднює 100 000 000 фактів з наукової літератури; *DataBank* – інструмент аналізу та візуалізації, що містить колекції даних з різних напрямів; *DataCite* – легкий доступ до даних досліджень через ідентифікатори даних; *DataHub* – публікування або зареєстрування даних, створення та управління групами та спільнотами; *Dataverse Network* – засіб для пошуку, обміну, цитування, архівування дослідницьких даних; *Figshare* – управління дослідженнями в «хмарі», налаштування параметрів доступу (для всіх або для окремих користувачів); *Open Science Framework* – мережа дослідницьких документів, система підтримки співпраці, онлайн комунікації; *Peer Evaluation* – репозиторій даних, документів, мультимедіа, платформа для онлайн дискусій і відкритого рецензування; *re3data* – глобальний реєстр репозиторіїв досліджень; *SlideShare* – спільнота для обміну презентаціями та ін. професійним контентом; та ін.

Сервіси для зв'язку і комунікації: *Academia* – сервіс для обміну і пошуку досліджень і дослідників; *GlobalEventList* – каталог наукових заходів по всьому світу; *LabRoots* – соціальна мережа для дослідників; *Mendeley* – платформа, що складається з соціальної мережі, менеджера посилань, засобів візуалізації статей; *ResearchGate* – соціальна мережа для дослідників; *AcademicJoy* – сервіс для обміну науковими ідеями та онлайн спілкування; *Kudos* – сервіс для обміну результатами досліджень та онлайн обговорень; *Publiscize* – сервіс для поширення й обміну науковим досвідом; *SciVee* – платформа для обміну науковими відео.

Репозиторії наукових робіт: *ArXiv* – репозиторій статей за напрямками досліджень фізика, математика, інформатика, біологія, фінанси та статистика; *bioRxiv* – сервіс розміщення препринтів з біологічних дисциплін; *Figshare*

– розміщення наукових матеріалів та управління ними в «хмарі», налаштування параметрів доступу (для всіх або для окремих користувачів); *Peer Evaluation* – репозиторій даних, документів, мультимедіа, платформа для онлайн дискусій і відкритого рецензування; *Peerage of Science* – сервіс підтримки рецензування препринтів наукових статей; *PeerJ PrePrints* – репозиторій препринтів статей з біологічних і медичних наук; *SlideShare* – спільнота для обміну презентаціями та ін. професійним контентом; *Zenodo* – платформа, що дозволяє дослідникам обмінюватися та зберігати результати своїх досліджень; та ін.

Сервіси перевірки на плагіат: Advego Plagiat, Analysis, Antiplagiat, Content watch, EduBirdie, eTXT Антиплагиат (запаз AntiPlagiarism.Net), Findcopy, Monster Antiplagiat Pro, Plagiarisma, Text.ru, Copyscape та ін.

Європейська хмара відкритої науки. У європейському просторі бачення глобальної відкритої науки реалізується через амбітну програму – Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC), 2018 р.). EOSC спрямована на розвиток інфраструктури, що надає своїм користувачам послуги, які сприяють розвитку відкритих наукових практик. Іншими словами, EOSC є «точкою збору» для сервісів, пропонуючи розподілені хмаро орієнтовані ресурси, що дозволяють дослідникам обробляти дані у розподіленому цифровому середовищі, мати доступ до публічних і комерційних сервісів електронної інфраструктури на національному, регіональному та інституційному рівнях.

Наразі EOSC налічує понад 300 ресурсів з різних наукових галузей і систематично наповнюється новими сервісами. Вони розподілені за такими категоріями: доступ до фізичних та електронних інфраструктур, агрегатори та інтегратори, обробка та аналіз, безпека, обмін та відкриття, навчання та підтримка. Хмаро орієнтовані обчислювальні ресурси EOSC дозволяють дослідникам та іншим користувачам обробляти й аналізувати дані у розподіленому обчислювальному середовищі, мати доступ до державних і комерційних послуг електронної інфраструктури, що поставляються на національному, регіональному та інституційному рівнях. На часі є подальший віртуального середовища хмари, розвиток вже існуючих сервісів, створення нових сервісів, забезпечення їхньої надійності та сумісності для зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних.

Відкрита наука зумовлює зміну самої культури наукових досліджень як серед освітніх закладах і наукових установ, так і серед фондів-грантодавців, державних установ тощо. Прозорість відкритої науки спрощує процеси тестування результатів досліджень, оцінювання їхньої якості, надійності, валідності, відтворюваності тощо. Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефек-

тивності, ширшому використанню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на обґрунтування моделей проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки для підготовки фахівців галузі освіти.

Список використаних джерел:

1. Шишкіна М. П. Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу: монографія. Київ: УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.
2. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. 76 (2). С. 304–320. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
3. Facts and Figures for Open Research Data: Figures and Case Studies Related to accessing and Reusing the Data Produced in the Course of Scientific Production. URL: <https://goo.su/9eMv> (дата звернення: 16.11.2021).
4. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv> (дата звернення: 16.11.2021).
5. Larsen-Ledet I., Korsgaard H. Territorial Functioning in Collaborative Writing: Fragmented Exchanges and Common Outcomes. Computer Supported Cooperative Work (CSCW). 2019. 28 (3–4). P. 391–433. DOI:10.1007/s10606-019-09359-8.
6. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2020). 2020. 2731). P. 341–356. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf> (retrieved on 16.11.2021).

Transliteration of References:

1. Shyshkina M. P. Formuvannia i rozvytok khmaro oriientovanoho osvitno-naukovoho seredovyscha vyshchoho navchalnoho zakladu (Formation and development of a cloud-oriented educational and scientific environment of a higher educational institution): monograph. Kyiv: UkrINTEI, 2015. 256 c. (in Ukrainian)
2. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. Information Technologies and Learning Tools. 2020. 76 (2). P. 304–320. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706> (in English).

3. Facts and Figures for Open Research Data: Figures and Case Studies Related to accessing and Reusing the Data Produced in the Course of Scientific Production. URL: <https://goo.su/9eMv> (Retrieved on 16.11.2021) (in English).
4. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv> (Retrieved on 16.11.2021) (in English).
5. Larsen-Ledet I., Korsgaard H. Territorial Functioning in Collaborative Writing: Fragmented Exchanges and Common Outcomes. Computer Supported Cooperative Work (CSCW). 2019. 28 (3–4). P. 391–433. DOI:10.1007/s10606-019-09359-8 (in English).
6. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2020). 2020. 2731). P. 341–356. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf> (Retrieved on 16.11.2021) (in English).



NOSENKO Yu.

Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Institute of Information Technologies and Teaching Aids of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: LuckyJue@ukr.net

**SERVICES OF CLOUD-ORIENTED OPEN SCIENCE SYSTEMS FOR SUPPORTING
SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES**

<https://doi.org/10.38014/osvita.2021.88.04>