

Носенко Юлія Григорівна

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем
інформатизації освіти Інституту інформаційних технологій і засобів навчання
НАПН України, м. Київ, Україна
nosenko-y@ukr.net
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

Анотація. Розбудовуючи глобальний інформаційний простір і суспільство знань, європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для науково-інноваційної політики – відкриту науку (Open Science), що з-поміж іншого передбачає забезпечення відкритого доступу до публікацій і результатів досліджень. Розвиваючи цей напрям в Україні доцільно враховувати досвід успішних країн, глобальні перетворення й тенденції, цифровий поступ, історичні уроки. *Мета:* обґрунтувати періодизацію і визначити етапи еволюції засобів і технологій відкритої науки у світі.

У статті представлено деякі результати дослідження в рамках проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України. Використано теоретичні методи: історико-педагогічний метод, узагальнення наукових та науково-методичних джерел, аналіз і систематизацію понять, праць вітчизняних і закордонних учених, експертів у сфері цифровізації освіти й науки.

Розроблено періодизацію еволюції засобів і технологій відкритої науки. Характерним для I-го етапу стало стрибкоподібне зростання потоків даних та знань, поява перших ініціатив щодо забезпечення доступності наукових і культурних здобутків людства. II-й етап характеризувався інтенсифікацією процесу переходу журналів і наукових репозиторіїв у відкритий формат, розробленням і поширенням програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу, розвитком хмарних обчислень і технології Web 2.0. Результат III-го періоду – інтенсивний розвиток науково-освітніх середовищ, зумовлений процесами цифровізації, посилення тенденцій: відкритого доступу, архівування статей, обміну даними.

Ключові слова: відкрита наука; відкритий доступ; цифровізація; репозиторій; еволюція засобів і технологій.

Вступ. Наука і освіта є невід’ємними і вагомими чинниками розвитку інформаційного суспільства. У Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», яку планують розширити і продовжити до 2030 р., розвиткові вітчизняного наукового потенціалу відведено значну роль, заплановано цілу низку структурних перетворень, серед яких – інтеграція науки і освіти, їхній розвиток

на засадах прозорості і відкритості. При цьому доцільно враховувати досвід успішних країн, глобальні перетворення й тенденції, цифровий поступ, історичні уроки та ін.

Як зазначає В. Г. Кремень, «ми є свідками входження світу в нову сучасність, в епоху становлення глобального світу, в якому невпинно розширюються взаємозв'язки і взаємозалежність індивідів, держав, націй, інтенсивно формуються планетарний інформаційний простір, трансконтинентальний ринок капіталів, товарів, робочої сили, активізується техногенний вплив на природне середовище, ускладнюються етнічні і міжконфесійні зв'язки та відносини» [1, с. 10].

У розрізі побудови глобального інформаційного простору і суспільства знань, європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для науково-інноваційної політики – відкрити науку (Open Science). Це – новий підхід до наукового процесу, заснований на високих стандартах прозорості і співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань за допомогою сучасних цифрових засобів і технологій. Відкрита наука передбачає низку змін, серед яких: відкритий доступ до публікацій і результатів досліджень. Це означає, що будь-які дослідники та ін. представники суспільства різних країн отримують можливості для вивчення сучасних результатів, інструментів та методів дослідження за будь-якою тематикою.

Вже сьогодні можемо говорити про те, що цінність дослідження визнається не тим, наскільки активно його цитують, а тим, наскільки воно представлено у відкритих журналах (наприклад, MethodsX, Data in Brief та ін.), наскільки воно доступне широкому загалу потенційних читачів. Поняття відкритого доступу широко обговорюється серед наукової спільноти. Поняття «відкрита наука» і «відкритий доступ» часто застосовують у синонімічному сенсі. Однак, вважаємо, що поняття відкритої науки все ж є більш складним та співвідноситься з підвищенням цінності та результативності науки в цілому, а також якості освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітчизняні (М. З. Згуровський, В. О. Копанєва, А. І. Петренко, С. Я. Свистунов, О. С. Чмир, А. Ю. Шевченко та ін.) і закордонні (S. Albagli, P. Baumgartner, B. Fecher, P. L. Fernandes, S. Hilpert, Zh. Wu, Kesselman, R. C. S. Pacheco, R. Vicente-Saez, та ін.) учені досліджують питання цифрових трансформацій, е-науки та е-інфраструктур. Здійснено аналіз сучасних тенденцій і понять наукової комунікації (В. О. Копанєва); розглянуто місце цифрової науки в міжнародних проєктах, зокрема «Горизонт 2020» (М. З. Згуровський); розглянуто питання організації відкритого доступу до наукової та освітньої інформації в Україні (О. С. Chmyr); проаналізовано, яким чином цифрова наука змінює продуктивність праці, розширює кордони та протиставляється традиційним процесам у науці (R. C. S. Pacheco) та ін.

Теоретичні та методологічні засади моделювання і проєктування інформаційно-освітніх середовищ, впровадження хмарних технологій в організації освітньо-наукових систем досліджувалися В. Ю. Биковим, О. Г. Глазуною, С. Г. Литвиною, О. В. Співаковським, О. М. Спіріним, А. М. Стрюком, М. П. Шишкіна та ін. Зокрема, охарактеризовано шляхи формування систем науково-педагогічної інформації в Україні з використанням

хмарних сервісів і ресурсів, у т.ч. відкритих журнальних систем, електронних бібліотек, наукометричних сервісів і баз даних та ін. (В. Ю. Биков); здійснено огляд інформаційних систем оцінювання науково-дослідної діяльності (О. В. Співаковський); розкрито сутність концепції «академічної хмари», обґрунтовані її структурні елементи (О. Г. Глазунова); розглянуто теоретичні основи використання систем відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів (М. П. Шишкіна) та ін.

Однак, дослідження щодо обґрунтування історичних етапів еволюції засобів і технологій відкритої науки у світі, раніше не здійснювалося.

Мета статті – обґрунтувати періодизацію і визначити етапи еволюції засобів і технологій відкритої науки у світі.

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. В роботі використано теоретичні методи: історико-педагогічний метод, узагальнення наукових та науково-методичних джерел з проблеми дослідження, аналіз і систематизацію понять, праць вітчизняних і закордонних учених, експертів, дослідників у сфері цифровізації освіти й науки, запровадження принципів відкритої науки.

Виклад основного матеріалу. Наукова діяльність є невід'ємним складником діяльності закладу освіти. Це пояснює синергію розвитку двох концепцій – «відкритої освіти» та «відкритої науки». Поняття відкритої освіти розуміємо як складну соціальну систему, здатну до швидкого реагування у зв'язку з мінливими соціально-економічними ситуаціями, індивідуальними та груповими освітніми потребами і запитами [2, с. 97]. Вона є невід'ємною складовою цифровізації суспільства, відображає загальну тенденцію послідовного переходу освітніх процесів з одного стану в інший, формування визначального інформаційного і комунікаційного базису розвитку освіти. Відкрита освіта інтегрує в собі все цінне, що виробила наука, відображаючи дійсно демократичну й гуманістичну спрямованість освітнього процесу, є домінантою цивілізаційного розвитку соціуму [3, с. 11].

Концепція відкритої науки (Open Science) відображає новий підхід до наукового процесу, що базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань шляхом використання цифрових засобів і технологій. Згідно з визначенням Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), відкрита наука – це загальна доступність (у цифровому форматі, без обмежень або з мінімальними обмеженнями) результатів досліджень, що фінансуються за державний рахунок [4]. При цьому мається на увазі, що принципи відкритості пронизують дослідницький цикл на всіх його етапах, сприяють співпраці й обміну знаннями, що призводить до системних змін у теорії і практиці реалізації наукових досліджень.

Відкрита наука є парасольковим терміном, що охоплює різні рухи, спрямовані на усунення бар'єрів для спільного використання будь-якого виду

продукції, ресурсів, методів чи інструментів на всіх етапах дослідницького процесу: спільна наука, відкриті дослідження, Наука 2.0, е-Наука тощо.

Відкрита наука не є абсолютно новою концепцією, хоча консенсус щодо цього поняття та його широке використання відбулися відносно нещодавно. Її розвитку сприяла ціла низка цифрових проєктів, що актуалізовані в парадигмі відкритої науки (відкриті архіви, бібліотеки та репозиторії, спеціалізовані соціальні мережі, бази даних і наукометричні сервіси тощо).

Згідно з В. Ю. Биковим [5], провідні функціонально-технологічні характеристики ІКТ-мереж еволюційно змінюються на основі здобутків науково-технічного прогресу в ІКТ-сфері. Дослідник визначає такі етапи їхнього розвитку: I етап – локальні; II етап – інформаційно-транспортні; III етап – інформаційно-контентні (змістові); IV етап – інформаційно-сервісні; V етап – інформаційно-адаптивні.

М. П. Шишкіна [6] пропонує наступну періодизацію розвитку хмаро орієнтованих засобів з огляду на освітній контекст:

I етап (80-ті роки ХХ – кінець ХХ ст.) – переважне поширення контентних засобів мережних технологій освітнього середовища, серед яких: мережні бази даних, сайти, портали, електронні бібліотеки, науково-освітні мережі, системи е-навчання та ін.;

II етап (початок ХХІ ст.) – поширення сервісних мережних засобів: технологій дистанційного навчання, соціальних сервісів web 2.0, науково-освітніх інформаційних мереж, технологій автоматизації наукових досліджень, технологій комунікації близької зони та ін. Автор зазначає, що початок цього етапу можна умовно пов'язати з 2001 роком, коли вийшла версія Moodle 2.0;

III етап (після 2007) – початок віртуалізації серверів (умовно – зі створення VirtualBox, VMware Player), виникнення і поширення засобів хмарних технологій, у т.ч. в освітньому просторі.

Аналіз джерельної бази дозволяє констатувати еволюцію інформаційно-комунікаційних засобів у напрямі відкритості. Відзначається перехід від локальних мереж до відкритих, і з кожним наступним етапом показники відкритості посилюються. У сукупності такі тенденції сприяють і напряду впливають на посилення відкритості в різних сферах людської діяльності та взаємодії, зокрема науковій і освітній.

Відкрита наука, головним чином, стосується таких аспектів: відкриті дані (open data); відкритий доступ (open access); відкрите рецензування (open peer review); відкриті джерела (open source); відкриті освітні ресурси (open educational resources); громадянська наука (citizen science) [7]. Однак, аналіз джерельної бази показує, що основна увага зосереджується на двох напрямках: відкриті дані досліджень та відкритий доступ до наукових публікацій. Відкритий доступ до публікацій стосується можливості вільного доступу до них – безоплатно, часто без попередньої реєстрації, чи ін. Тобто, будь-який учений, маючи цифровий засіб із доступом до мережі Інтернет може за потреби вільно читати, завантажувати та використовувати потрібні матеріали незалежно від часу і місця перебування.

Рух до відкритості наукових результатів бере свій початок ще з 70-80-х років ХХ ст. і пов'язаний з поступовим нарощуванням характеристик відкритості серед наукових ресурсів – від оцифрування друкованих матеріалів до появи і розвитку онлайн-журналів і відкритих репозиторіїв:

► Започаткування онлайн журналів з політикою сліпого рецензування та відкритого доступу (peer-reviewed free online journals): «Psychology» (1989), «The Public-Access Computer Systems Review» (1989), «EJournal» (1991), «Electronic Journal of Communication» (1990), «Postmodern Culture» (1990), «Surfaces» (1991), PLoS Biology (2003), PLoS ONE (2006), Open Access Research (2007), Open Access Manifesto (2007) та ін.;

► Конвертування друкованих наукових журналів в цифровий формат (публікування двох версій – паперової та електронної, або ж лише електронної, а також оцифрування попередніх видань), наприклад, «Florida Entomologist» (з 1994);

► Поява безкоштовних баз даних, бібліотек, репозиторіїв, архівів електронних публікацій, що містять наукові статті та їх препринти, журнали, книги, ін. наукові ресурси: ArXiv (1991), проєкт «MUSE» (1993), мережна електронна бібліотека дисертацій Політехнічного інституту й університету штату Вірджинія, США (1996), SciELO (1997), PubMed (1997), CogPrints (1997), PubMed Central (2000), PLoS (2000), Collection of Open Digital Archives (CODA, 2000), Wikipedia (2001) та ін.

Проаналізувавши світові ініціативи щодо поширення відкритих наукових даних і результатів, нами розроблено періодизацію еволюції засобів і технологій відкритої науки. Доцільно відзначити, що, очевидно, розвиток відкритої науки загалом і відкритого доступу до наукових результатів зокрема, прямо пов'язані з прогресом інформаційно-комунікаційних мереж, хмаро орієнтованих сервісів і систем. Розглянемо детальніше етапи еволюції засобів і технологій відкритої науки:

І етап (70-ті роки – кін. 90-х років ХХ ст.). Точкою відліку даного етапу вважаємо започаткування проєкту Гутенберга (Gutenberg Project, 1971) – громадської ініціативи на чолі з М. Гарттом (Michael S. Hart), спрямованої на оцифрування, архівування, вільне поширення культурних творів, які складають суспільне надбання (офіційна сторінка: <http://www.gutenberg.org/>). У рамках цього проєкту створено першу в світі універсальну електронну бібліотеку, що наразі містить понад 60 тис. ресурсів: повних текстів книг, аудіокниги, музичні твори. Приблизно з 70-х років ХХ ст. починають бурхливо розвиватися всесвітня мережа та електронне листування. Комунікація й обмін даними стають більш доступними попри часові межі і географічні кордони.

У 1999 році Я. Фостером (Ian Foster) і К. Кессельманом (Carl Kesselman) у своїй книзі «The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure» запропонували термін «Grid-обчислення», що постали у певному відношенні попередником виникнення хмарних технологій. Ця технологія являє собою форму розподілених обчислень, за якої віртуальний потужний комп'ютер представлений у вигляді кластерів, об'єднаних за допомогою мережі гетерогенних комп'ютерів, що працюють спільно для виконання великої

кількості операцій. У 90-х роках ХХ ст. Grid-обчислення набувають інтенсивного розвитку та повсюдного використання в різних видах діяльності (математичні обрахунки, економічна аналітика і прогнозування, сейсмічний аналіз тощо).

У 1998 р. в м. Вашингтон (США) утворено Коаліцію наукових публікацій і академічних ресурсів (SPARC: the Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition), що об'єднує понад 240 академічних, дослідницьких бібліотек США і Канади, забезпечуючи відкритий доступ до публікацій, результатів наукових досліджень, освітніх ресурсів (офіційна сторінка: <https://sparcopen.org/>). Також функціонують три великі філії Коаліції: SPARC-Європа, SPARC-Японія і SPARC-Африка.

У 1999 р. створено Ініціативу відкритих архівів (OAI: Open Archives Initiative). Ця організація (офіційна сторінка: <https://www.openarchives.org/>) розробляє стандарти інтеперабельності для ефективного поширення електронних ресурсів, підвищення доступності наукових даних. За допомогою спеціально розробленого протоколу (Protocol for Metadata Harvesting) відбувається інтеграція в єдиному репозиторії не самих ресурсів, а їхніх метаданих. У 1999 р. у Санта-Фе (Каліфорнія, США) пройшла знакова зустріч, на якій був представлений та обговорений прототип Універсальної служби препринту (Universal Preprint Service), що пізніше перетвориться на Ініціативу відкритих архівів (OAI: Open Archives Initiative).

Характерною особливістю I-го етапу нашої періодизації є бурхливе стрибкоподібне зростання потоків даних та знань. Якщо в 70-ті роки ХХ ст. обсяг сумарних знань людства збільшувався вдвічі умовно протягом 10 років, у 80-ті роки – протягом 5 років, то в 90-х роках – протягом року [8, с. 37]. Поряд із цим з'являються перші ініціативи щодо забезпечення доступності наукових і культурних здобутків людства.

II етап (кін. 90-х років ХХ ст. – 2015 р.). Початок даного етапу пов'язуємо з Декларацією про науку та використання наукових знань, проголошеної ЮНЕСКО під час Всесвітньої конференції Міжнародної наукової ради (ICSU: International Science Council), 1999 р. У цей період бурхливо розвиваються і поширюються: програмне забезпечення з відкритим кодом – відкрите програмне забезпечення, що вільно розповсюджується на безоплатній основі; хмарні сервіси – технологія мережного доступу до масштабованого і гнучкого пулу розподілених фізичних чи віртуальних ресурсів (серверів, операційних систем, мереж, програмного забезпечення, додатків, сховищ та ін.) з самообслуговуванням і адмініструванням на вимогу [9]; Web 2.0 – технологій розробки систем, проєктів і сервісів, що можуть розвиватися, наповнюватися і покращуватися самими користувачами (блоги, соціальні мережі, wiki та ін.).

Активно розробляється спеціалізоване програмне забезпечення: *Eprints* – пакет вільного/відкритого програмного забезпечення для побудови архівів відкритого доступу, зокрема, створення колективних архівів та наукових журналів (Саутгемптонський університет, Велика Британія, 2000 р.); *DSpace* – пакет вільного/відкритого програмного забезпечення, що забезпечує інструменти для керування цифровими активами, і зазвичай використовується як основа для колективних архівів (Кембридж, США, 2002 р.). DSpace підтримує

широку різноманітність даних: книги, тези, 3D сканування об'єктів, фотографії, фільми, відео, набори дослідницьких даних тощо; *Open Journal Systems (OJS)*, 2002 р. – програмне забезпечення з відкритим початковим кодом для ведення рецензованих журналів. Використовується для понад 6 тис. журналів з усього світу.

У цей період, з початку ХХІ ст. посилюються процеси цифровізації в освіті. Комп'ютерно орієнтовані засоби стають доступнішими, з'являються доступні канали підключення до мережі Інтернет, хмарні обчислення і Web 2.0 урізноманітнюють способи навчальної взаємодії (електронне листування, обмін файлами різного формату та спільна робота з ними, миттєві повідомлення, чати, форуми, відео-зв'язок і т.ін.). Поширення у відкритому доступі наукових і освітніх ресурсів збагачують змістове наповнення процесу навчання, дозволяють використовувати найновіші наукові здобутки тощо.

У цей же період започатковується низка знакових проєктів. Зокрема, створення Вікіпедії – загальнодоступної вільної багатомовної онлайн-енциклопедії (2001 р.). Створення Creative Commons (2002 р.) – неприбуткової організації, що має на меті збільшення кількості творчих матеріалів, доступних для використання та розповсюдження. Організація розробила та оприлюднила декілька ліцензійних угод стосовно авторських прав, відомих як Ліцензії Creative Commons (<https://creativecommons.org/>). Започаткування проєкту The RoMEO Project (Rights Metadata for Open archiving, 2000 р.), спрямованого на вивчення всіх прав інтелектуальної власності, що стосуються само-архівування наукових робіт через інституційні сховища. Одним із ключових питань залишається те, як найкраще захистити свої наукові праці та метадані, що описують ці статті, у середовищі відкритого доступу.

Серед інших проєктів варто відзначити такі: проєкт SHERPA – забезпечення гібридного середовища для збереження досліджень та доступу до них (Securing a Hybrid Environment for Research Preservation and Access), 2002 р.; проєкт *TARDIS* – спрямування на академічні дослідження для депонування й оприлюднення інформації (Targeting Academic Research for Deposit and Disclosure), 2002 р. Інформаційний центр освітніх ресурсів (ERIC: the Education Resources Information Center) у США оголосив програму оцифрування 40 мільйонів сторінок документів, що містяться в мікрофільмах, та оприлюднення їх у відкритому доступі, 2007 р. Науково-дослідницька мережа соціальних наук офіційно запускає Гуманітарну дослідницьку мережу (Humanities Research Network) – колекцію сховищ відкритого доступу в різних галузях гуманітарних наук, 2007 р. Запровадження спільної розробки Ноттінгемського університету (Велика Британія) та Лундського університету (Швеція) – OpenDOAR: директорії репозиторіїв відкритого доступу, 2006 р. Запуск дослідницькою групою університету Гранаді (Іспанія) SCImago – бази даних журналів з відкритим доступом, організованої за предметною областю та країною, 2007 р. За ініціативою Р. Крокера (Richard Crocker) запуск «Planet e-Book» – нового порталу книг у відкритому доступі, 2008 р. Національна наукова бібліотека Китаю та Китайська академія наук запускають репозиторій відкритого доступу, 2009 р. Лабораторією «Cold Spring Harbor» в США засновано сховище

препринтів BioRxiv для неопублікованих досліджень в галузі наук про життя, 2013 р. Запуск проєкту SciELO Books – бібліографічна база даних, цифрова бібліотека та кооперативна електронна видавнича модель журналів з відкритим доступом, 2012 р.

Інтеграційні процеси, зближення країні у напрямі побудови спільного середовища відкритої науки прослідковується в міжнародних заходах, з'їздах, деклараціях, угодах тощо. Засновано Мережу відкритих знань (Open Knowledge Network, Африка, 2002 р.). У 2002 р. відбувся з'їзд Будапештської ініціативи відкритого доступу (BOAI: Budapest Open Access Initiative), в результаті якого узгоджено розуміння видавничих понять «Green Road» і «Golden Road», визначено перший протокол для збору метаданих. Прийнято Постанову Бетесда (Bethesda, 2003 р.) щодо публікацій у відкритому доступі, яка була ратифікована в тому ж році Берлінською декларацією. У 2004 р. представники міністрів з 34 країн Організації економічного співробітництва та розвитку опублікували декларацію щодо доступу до результатів досліджень, які фінансуються за рахунок державних коштів (Declaration on Access to Research Data From Public Funding). Учасники II Міжнародного симпозіуму з питань цифрових бібліотек (Бразилія, 2004 р.) оформили декларацію на підтримку відкритого доступу. У Чилі оголошено Декларацію Вальпараїсо (Valparaiso Declaration, 2004 р.) з метою вдосконалення наукового спілкування в цифровому світі (Декларація про вдосконалене наукове спілкування в електронному середовищі).

Конференція ООН з торгівлі та розвитку (UNCTAD) затвердила моделі відкритого доступу для обміну знаннями та програмним забезпеченням (2008 р.). Створено NECOBELAC – мережу співпраці між Європою і країнами Латинської Америки та Карибського басейну для сприяння відкритому доступу в галузі медичної інформації (2009 р.). Компанії Internet Archive, Amazon, Microsoft, Yahoo та ряд інших об'єдналися для створення Альянсу відкритої книги (Open Book Alliance), 2009 р. Представниками 27 африканських урядів та чотирьох міжурядових організацій видано Кігалійську декларацію (Declaration of Kigali, 2009 р.) щодо розвитку справедливого інформаційного суспільства в Африці, з закликом до рівного доступу до інформації та знань. Заставано SCOAP³: Спонсорський консорціум для публікації у відкритому доступі результатів досліджень з фізики елементарних частинок (2014 р.).

Таким чином, другий етап еволюції засобів і технологій відкритої науки характеризувався інтенсифікацією процесу переходу журналів і наукових репозиторіїв у відкритий формат, розробленням і поширенням програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукових джерел інформації, розвитком хмарних обчислень і технології Web 2.0, динамічним поширенням в освітньому середовищі цифрових засобів і комп'ютерно орієнтованих методик.

III етап (2015 р. – донині). Початок цього етапу співвідносимо з прийняттям Міжнародної хартії відкритих даних (International Open Data Charter). Вона була утверджена на Генеральній Асамблеї ООН в 2015 р. після обговорення між учасниками Партнерства «Відкритий уряд» (Великобританія, Канада, Франція, Південна Корея та ін.) та низкою громадських організацій (Фондом «World Wide Web», Інститутом відкритих даних, Фондом відкритих знань, Центром Інтернету

та суспільства й ін.). З-поміж іншого, у Хартії викладено шість основних принципів поширення даних у світі: відкритість за замовчуванням, своєчасність та всебічність, доступність і сумісність, порівнюваність, спрямованість на покращення урядового управління та залучення громадян, спрямованість на інклюзивний розвиток та інновації (офіційна сторінка: <https://opendatacharter.net>).

Серед інших знакових подій III етапу варто відзначити: • започаткування глобального альянсу OA2020 (2016 р.), що об'єднує дослідників, бібліотеки, установи та організації з усього світу щодо прискорення переходу до універсального відкритого доступу шляхом перетворення сучасних наукових журналів на журнали відкритого доступу; • заява Європейського Союзу з приводу того, що всі наукові статті в Європі повинні бути доступними у вільному доступі до 2020 р. [10]; • створення Коаліції громадських видавництв (SocPC: Society Publishers' Coalition), 2018 р. – об'єднання неприбуткових наукових товариств, видавництв, благодійних організацій, які в рамках благодійності реінвестують надлишки своїх видань у відповідні дисциплінарні спільноти; • підписання Деліської декларації про відкритий доступ (Delhi Declaration on Open Access), 2018 р. – приклад солідарності дослідників із Глобального Півдня щодо відкритого доступу до наукової літератури та поширення результатів наукових досліджень; • підписання декларації щодо розширення доступу до інформації через офлайн Інтернет (Tempe Declaration), 2018 р. – обговорено ключові фактори, що впливають на основні аспекти надання інформації про "Інтернет в режимі офлайн" громадам, установам та регіонам, які в даний час не мають надійного (або будь-якого) доступу до Інтернету; • застосування ініціативи «Перехід публікацій суспільства до відкритого доступу» (Transitioning Society Publications to Open Access), 2018 р. – об'єднання академічних установ, бібліотек, видавництв для здійснення заходів щодо переходу суспільних публікацій у відкритий доступ (офіційна сторінка: <https://tspoa.org/>); • створення AmeliCA – спільної видавничої інфраструктури, комунікаційної системи для журналів Латинської Америки та Глобального Півдня, 2018 р. (офіційна сторінка: <http://amelica.org/>) та ін.

У цей період стрімко розвиваються і поширюються хмаро орієнтовані сервіси і системи, у т.ч. в сфері освіти й науки. Як зазначає С. Г. Литвинова [11], ключову роль у цьому процесі, принаймні в Україні, відіграють безкоштовні сервіси Google, а також низка інших чинників: розвиток надійних швидкісних мереж програмного забезпечення з відкритим кодом, можливість віртуалізації, прийняття відкритих стандартів технології Web 2.0, виникнення інфраструктури Google, розвиток і обслуговування серверного обладнання та ін. Результат третього періоду – це інтенсивний розвиток навчального середовища, зумовлений процесами комп'ютеризації та цифровізації, упровадженням мережних технологій, зокрема Інтернету, формуванням комп'ютерно орієнтованих навчальних середовищ у закладах освіти різного рівня.

У 2018 р. створено Європейську хмару відкритої науки (EOSC: European Open Science Cloud) – це ініціатива Європейської Комісії, спрямована на розвиток інфраструктури, що надає своїм користувачам послуги, які сприяють

розвитку відкритих наукових практик. Ідея зі створення EOSC була запропонована ще в 2016 році як частина Європейської хмарної ініціативи (European Cloud Initiative) для побудови конкурентоспроможної економіки даних та знань у Європі. Наразі заплановано низку проєктів до 2022 р. з розвитку відкритої науки. Планується, що EOSC запропонує європейським дослідникам та професіоналам у галузі науки, техніки, гуманітарних та соціальних наук віртуальне середовище з відкритими надійними сервісами для зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних шляхом об'єднання існуючих наукових інфраструктур даних, що в даний час розподілені між державами-членами ЄС. Запровадження EOSC віддзеркалює основні тенденції, що наразі превалюють в Європейському просторі відкритої науки, а саме: відкритий доступ, архівування статей, обмін даними.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Наука є невід'ємним складником розвитку суспільства. Концепція відкритої науки відображає новий підхід до наукового процесу, що базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань шляхом використання цифрових засобів і технологій, при цьому основна увага зосереджується на двох напрямках: відкритих дані досліджень та відкритому доступі до наукових публікацій.

Рух до відкритості наукових результатів бере свій початок ще з 70-80-х років ХХ ст. і пов'язаний з поступовим нарощуванням характеристик відкритості серед наукових ресурсів – від оцифрування друкованих матеріалів до появи і розвитку онлайн-журналів і відкритих репозиторіїв. Проаналізувавши світові ініціативи, було розроблено періодизацію еволюції засобів і технологій відкритої науки.

Характерною особливістю I-го етапу стало бурхливе стрибкоподібне зростання потоків даних та знань, поява перших ініціатив щодо забезпечення доступності наукових і культурних здобутків людства. Другий етап характеризувався інтенсифікацією процесу переходу журналів і наукових репозиторіїв у відкритий формат, розробленням і поширенням програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукових джерел інформації, розвитком хмарних обчислень і технології Web 2.0, динамічним поширенням в освітньому середовищі цифрових засобів і комп'ютерно орієнтованих методик. Результат третього періоду – це інтенсивний розвиток науково-освітніх середовищ, зумовлений процесами комп'ютеризації та цифровізації, посилення тенденцій: відкритого доступу, архівування статей, обміну даними.

Таким чином, філософія відкритої науки продовжує поширюватися серед дослідницьких кіл у всьому світі, що сприяє покращенню доступності, прозорості і якості наукових досліджень. Завдяки загальносвітовому переходу на принципи відкритої науки, дещо сповільнений процес традиційних досліджень трансформується в систему паралельних досліджень, в яку залучаються учасники різних країн і галузей знань, та яка відбувається більш динамічно й ефективно. Прозорість відкритих досліджень спрощує апробацію результатів, відтворюваність, оцінку достовірності і т.ін., за рахунок чого якість таких досліджень закономірно зростає.

Подальшого вивчення потребують перспективи запровадження хмарних технологій як засобу підтримки відкритої науки, їхнє використання в процесі навчання й професійного розвитку вчителів.

Список використаної літератури

1. Кремень В. Г. Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта. *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура*. Київ : Педагогічна думка, 2008. С. 9–48.
2. Везетіу К. В. Принципи функціонування системи післядипломної педагогічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2012. № 30. С. 95–98.
3. Лещенко М. П., Яцишин А. В. Відкрита освіта у категоріальному полі вітчизняних і зарубіжних учених. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. № 1 (39). С. 1–16. Doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v39i1.985>
4. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25: Making Open Science a Reality. 2015. URL: <https://cutt.ly/khlsyPb> (дата звернення: 11.04.2021).
5. Биков В. Ю. Проблеми та перспективи інформатизації системи освіти в Україні. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Сер. 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2012. № 13. С. 3–18.
6. Шишкіна М. П. Еволюція і сучасний стан сформованості хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища. *Адаптивні технології управління навчанням* : матеріали першої міжнар. конф., м. Одеса, 23-25 верес. 2015 р. Одеса, 2015. С. 59–62.
7. What is Open Science? Introduction. URL: <https://cutt.ly/Phla63m> (дата звернення: 11.04.2021).
8. Чернов А. А. Становление глобального информационного общества: проблемы и перспективы. Москва : Дашков и К., 2003. 232 с.
9. ISO/IEC 17788:2014(E). Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary : International Standard. Switzerland : ISO/IEC, 2014. 14 p.
10. Price G. Roundup: EU Ministers Approve Proposals to Make All European Scientific Articles Freely Accessible by 2020. INFOdocket. May 28, 2016. URL: <https://www.infodocket.com/2016/05/28/roundup-eu-ministers-approve-proposals-to-make-all-european-scientific-articles-to-be-freely-accessible-with-reusable-data-by-2020/> (дата звернення: 11.04.2021).
11. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2016. 354 с.

References

1. Kremen, V. H. (2008). Liudyna pered vyklykom tsyvilizatsii: tvorchist, liudyna, osvita [Human before the challenge of civilization: creativity, human, education]. *The phenomenon of innovation: education, society, culture*, 9–48.

2. Vezetiu, K. V. (2012). Pryntsypy funktsionuvannia systemy pisliadyplomnoi pedahohichnoi osvity [Principles of functioning of the system of postgraduate pedagogical education]. *Modern information technologies and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems*, # 30, 95–98.
3. Leshchenko, M. P., & Yatsyshyn, A. V. (2014). Vidkryta osvita u katehorialnomu poli vitchyznianskykh i zarubizhnykh uchenykh [Open education in the categorical field of domestic and foreign scientists]. *Information technologies and learning tools*, # 1 (39), 1–16. <https://doi.org/10.33407/itlt.v39i1.985>
4. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25: Making Open Science a Reality. (2015). <https://cutt.ly/khlsyPb>.
5. Bykov, V. Yu. (2012). Problemy ta perspektyvy informatyzatsii systemy osvity v Ukraini [Problems and prospects of informatization of the education system in Ukraine]. *Scientific journal of NPU named after M.P. Drahomanov. Series. 2: Computer-based learning systems*, # 13, 3–18.
6. Shyshkina, M. P. (2015). Evoliutsiia i suchasnyi stan sformovanosti khmaro oriientovanoho osvitno-naukovoho seredovyscha [Evolution and current state of formation of cloud-oriented educational and scientific environment]. *Adaptive learning management technologies: materials of the first international. conf.* (pp. 59–62). South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky.
7. What is Open Science? Introduction. <https://cutt.ly/Phla63m>.
8. Chernov, A. A. (2003). Stanovlenye hlobalnoho informatsyonnoho obshchestva: problemi i perspektyvi [Formation of the global information society: problems and prospects]. Dashkov i K.
9. ISO/IEC 17788:2014 (E). (2014). Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary. ISO/IEC.
10. Price, G. (2016). Roundup: EU Ministers Approve Proposals to Make All European Scientific Articles Freely Accessible by 2020. *INFOdocket*. <https://cutt.ly/gvwFAPX>.
11. Lytvynova, S. H. (2016). *Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu* [Designing a cloud-based learning environment for a secondary school]. TsP «Komprynt».

Стаття надійшла до редакції 14.04.2021 р.

Nosenko Yuliia

Ph.D. (in Pedagogics), Senior Researcher

Leading Researcher in the Department of Cloud-Oriented

Systems of Education Informatization,

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine,

Kyiv, Ukraine

nosenko-y@ukr.net

ORCID ID: 0000-0002-9149-8208

EVOLUTION OF OPEN SCIENCE TOOLS AND TECHNOLOGIES

Abstract. Building a global information space and Knowledge Society, the European community is developing a priority area for research and innovation policy – the Open Science, which, among other things, provides open access to publications and research results. When developing this direction in Ukraine, it is expedient to take into account the experience of successful countries, global transformations and trends, digital progress, and historical lessons. The *purpose* is to substantiate the periodization and determine the stages of evolution of open science tools and technologies in the world.

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 used: historical-pedagogical method, generalization of scientific and scientific-methodical sources, analysis and systematization of concepts, works of Ukrainian and foreign scientists, experts in the field of digitalization of education and science.

The periodization of the evolution of open science tools and technologies has been developed. The first stage was characterized by a sharp increase in data and knowledge flows, the emergence of the first initiatives to ensure the availability of scientific and cultural achievements of humankind. The second stage was characterized by the intensification of the process of transition of journals and scientific repositories to the open format, the development and dissemination of software to support open access, the development of cloud computing and Web 2.0 technology. The result of the third period was the intensive development of scientific-educational environments, due to the processes of digitization, increasing trends: open access, archiving of articles, data exchange.

Key words: open science; open access; digitization; repository; evolution of tools and technologies.