

**РОЗВИТОК ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СЕРВІСІВ І СИСТЕМ
ВІДКРИТОЇ НАУКИ
DEVELOPMENT OF CLOUD-ORIENTED SERVICES
AND SYSTEMS OF OPEN SCIENCE**

Актуальність теми дослідження. Наука і освіта є невід’ємним і вагомим ресурсом розвитку інформаційного суспільства. В Україні заплановано низку структурних змін, серед яких – інтеграція та розвиток науки й освіти на засадах прозорості і відкритості. Доцільно враховувати закордонний досвід, глобальні тенденції цифрового поступу, історичні передумови в контексті розвитку технологій відкритої науки.

Постановка проблеми. Розвитку концепції відкритої науки сприяла ціла низка ініціатив, проєктів, заходів у різних країнах світу. Значною мірою поштовх до її розвитку і поширення надали технології, інформаційно-комунікаційні сервіси й системи. Розвиток цифрових технологій став вагомим чинником розвитку практики відкритого доступу та відкритої науки загалом, що потребує вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поняття відкритої науки й відкритого доступу стало предметом досліджень закордонних (S. Albagli, P. Baumgartner, B. Fecher, P. L. Fernandes, S. Hilpert, H. Korsgaard та ін.) і вітчизняних (В. Копанєва, О. Чмир, С. Свистунов, А. Шевченко та ін.) учених. Досліджуються проблеми цифрових трансформацій, е-інфраструктур і відкритої науки, застосування хмарних технологій в

Urgency of the research. Science and education are integral and important resources for the development of information society. In Ukraine, some structural changes are planned, among which are the integration and development of science and education on the principles of transparency and openness. It is necessary to take into account the foreign experience, global tendencies of digital progress, including the context of Open Science technologies development.

Target setting. The development of the Open Science concept was facilitated by some initiatives, projects, events in different countries of the world. To a large extent, the impetus for its development and distribution was provided by technologies, IT services, and systems. The development of digital technologies has become a significant factor in the development of open access practices and Open Science as a whole that needs further research.

Actual scientific researches and issues analysis. The concept of Open Science and open access became the subject of research by foreign experts (S. Albagli, P. Baumgartner, B. Fecher, P. L. Fernandes, S. Hilpert, H. Korsgaard et al.) and Ukrainian (V. Kopanieva, S. Svystunov, O. Chmyr, A. Shevchenko, etc.) researchers. The issues of digital transformations, e-infrastructures and Open Science, using cloud technologies in scientific and educational open environments

науково-освітніх відкритих середовищах (В. Биков, Т. Вакалюк, О. Глазунова, С. Семеріков, та ін.).

Постановка завдання. Проаналізувати, визначити й охарактеризувати етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки.

Виклад основного матеріалу. Проаналізовано світові ініціативи з запровадження відкритого доступу, виокремлено основні етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. I етап (70-ті роки – сер. 90-х років XX ст.) – перші ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури. II етап (сер. 90-х років XX ст. – 1999 р.) – цифрові засоби стають більш доступними для освітньо-наукової сфери, збагачуються способи комунікації. III етап (2000 – 2009) – розвиток мережних інфраструктур, поширення програмного забезпечення відкритого доступу. IV етап (2009 – донині) – поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем, розвиток персоналізованих, адаптивних, науково-освітніх середовищ.

Висновки. Відкрита наука – це новий підхід до наукового процесу, що базується на спільній роботі та доступності знань. З'ясовано, що розвиток технологій рухається в напрямі відкритості, від локальних мереж до відкритих, і з кожним етапом характеристики відкритості посилюються. Така тенденція впливає на посилення відкритості в різних сферах діяльності, у т.ч. науково-освітній.

Ключові слова: хмаро орієнтовані сервіси і системи, відкрита наука, відкритий доступ, етапи розвитку.

are studied (V. Bykov, T. Vakaliuk, O. Hlazunova, S. Semerikov, etc.).

The research objective. To analyze, define and characterize the stages of development of cloud-oriented services and systems of Open Science.

The statement of basic materials. The global initiatives for the introduction of open access are analyzed. The main stages of the development of cloud-oriented services and systems of open science are distinguished. The 1st stage (70's - 90s of the XX century) – the first initiatives to ensure the availability of scientific results and cultural achievements started. The 2nd stage (90s of the XX century - 1999) – digital tools became more accessible to education and science, ways of communication were enriched. The 3rd stage (2000 - 2009) – development of network infrastructures, distribution of open-access software were conducted. IVth stage (2009 – till nowadays) – the spread of cloud-oriented services and systems, development of personalized, adaptive, scientific, and educational environments.

Conclusions. Open Science is a new approach to a scientific process, which is based on joint work and knowledge availability. It has been found that the development of technologies moves in the direction of openness, from local networks to open ones, and with each stage of openness, characteristics are amplified. This trend affects the strengthening of openness in various spheres of activity, including scientific and educational one.

Keywords: cloud-oriented services and systems, Open Science, open access, stages of development.

Актуальність теми. Наука і освіта є невід'ємним і вагомим ресурсом розвитку інформаційного суспільства. Як зазначає В. Г. Кремень, «ми є свідками входження світу в нову сучасність, в епоху становлення глобального світу, в якому невідпинно 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» [3, с. 10].

Згідно зі Стратегією сталого розвитку «Україна – 2020», яку планують розширити і продовжити до 2030 р., розвитку вітчизняного наукового потенціалу відведено значну роль, заплановано цілу низку структурних змін, серед яких – інтеграція та розвиток науки й освіти на засадах прозорості і відкритості. Вважаємо, що при цьому доцільно враховувати досвід успішних країн, глобальні тенденції цифрового поступу, історичні передумови, у т.ч. в контексті розвитку технологій відкритої науки.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відкрита наука (Open Science) – це відносно нова концепція, що наразі належить до пріоритетів науково-інноваційної політики. Вона відображає підхід до реалізації всього циклу наукового дослідження, заснований на спільній роботі, колаборації, співробітництві, високих стандартах прозорості й відкритості, пошуку нових знань і отриманні наукових результатів з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних сервісів і систем. В основі концепції відкритої науки покладено розуміння важливості забезпечення відкритості доступу до публікацій і результатів досліджень. Це надає можливість будь-кому отримувати надсучасні знання 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 джерелах (напр., MethodsX, Data in Brief та ін.) і доступне широкому загалу читачів. Поняття відкритого доступу та відкритої науки не є абсолютно новими, хоча консенсус щодо розуміння цих понять та їхнє широке застосування відбулися відносно нещодавно. Розвитку концепції відкритої науки сприяла ціла низка ініціатив, проєктів, заходів у різних країнах світу. Значною мірою поштовх до її розвитку і поширення надали технології, інформаційно-комунікаційні сервіси й системи. Розвиток цифрових

технологій став вагомим чинником розвитку практики відкритого доступу та відкритої науки загалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поняття відкритої науки й відкритого доступу стало предметом досліджень багатьох закордонних учених, експертів (S. Albagli, P. Baumgartner, B. Fecher, P. L. Fernandes, S. Hilpert, Zh. Wu, Kesselman, H. Korsgaard, I. Larsen-Ledet, R. C. S. Pacheco, R. Vicente-Saez та ін.). Зокрема, проаналізовано різні підходи до розуміння сутності відкритої науки (B. Fecher), представлено огляд відкритих наукових досліджень у контексті соціо-культурних і технологічних перетворень (P. L. Fernandes), проаналізовано, яким чином цифрова наука розширює кордони традиційних процесів у науці, змінює продуктивність праці (R. C. S. Pacheco) та ін.

Вітчизняні дослідники вивчають питання цифрових трансформацій, електронних інфраструктур і відкритої науки (М. З. Згуровський, В. О. Копанєва, С. Я. Свистунов, О. С. Чмир, А. Ю. Шевченко та ін.). Так, охарактеризовано знання цифрової науки в міжнародних проєктах (М. З. Згуровський), проаналізовано сучасні тенденції наукової комунікації, поняття «відкритий контент» і «відкрита наука» (В. О. Копанєва), розглянуто організацію відкритого доступу до наукових та освітніх даних в Україні (О. С. Чмир) тощо.

Варто відзначити досягнення вітчизняних учених в дослідженні теоретико-методологічних засад застосування хмарних технологій в організації освітніх і наукових систем, проєктування науково-освітніх відкритих середовищ (В. Ю. Биков, Т. А. Вакалюк, О. Г. Глазунова, С. Г. Литвинова, С. О. Семеріков, М. П. Шишкіна та ін.). Зокрема, спроектовано моделі організаційних систем відкритої освіти, запропоновано моделі єдиного інформаційного освітнього простору (В. Ю. Биков), визначено сутність академічної хмари та її структурних елементів (О. Г. Глазунова),

досліджено особливості формування й розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти (М. П. Шишкіна).

Однак ретроспектива, першопричини й основні етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки не знайшла відображення в роботах дослідників, тому потребує вивчення.

Постановка завдання. Проаналізувати, визначити й охарактеризувати етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наукова діяльність є невід'ємним складником діяльності закладу освіти, що пояснює взаємозв'язок розвитку концепцій «відкрита освіта» та «відкрита наука». Відкриту освіту розглядаємо 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]. Відкрита освіта – важливий елемент цифровізації суспільства, відображає загальну тенденцію формування інформаційного і комунікаційного базису розвитку освіти, інтегрує цінності, створені в результаті наукової діяльності, є домінантою цивілізаційного розвитку соціуму [4, с. 11].

Відкрита наука (Open Science) – відносно новий підхід до наукового процесу, що базується на спільній роботі й нових способах поширення інформації з використанням сучасних цифрових сервісів і систем. Організація економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)) визначає «Open Science» як загальну доступність результатів досліджень, що фінансуються за державний рахунок [9]. Мається на увазі доступність у цифровому форматі, без обмежень або з мінімальними обмеженнями, пронизення принципами відкритості всього дослідницького циклу. Згідно з OECD, запровадження такого підходу сприятиме співпраці й обміну результатами між дослідниками з різних країн світу, призведе до системних змін у теорії і практиці реалізації наукових досліджень [9].

Концепція відкритої науки зумовлює кардинальні зміни в підходах наукової комунікації, спрямована на забезпечення вільного доступу до результатів наукових досліджень та освітніх ресурсів для всіх членів суспільства, а її розвиток вплинув на цілий ряд цифрових проєктів (відкриті архіви, репозиторії та бібліотеки, спеціалізовані бази даних і наукометричні сервіси тощо).

Аналіз джерельної бази виявив, що у вітчизняному науково-педагогічному просторі існують різні підходи до періодизації розвитку хмароорієнтованих сервісів і систем відкритої науки. Зокрема, В. Ю. Биков [1] відзначає, що провідні характеристики ІКТ-мереж еволюційно змінюються внаслідок досягнень науково-технічного прогресу, та виокремлює такі етапи їхнього розвитку: I – локальні; II – інформаційно-транспортні; III – інформаційно-контентні (змістові); IV – інформаційно-сервісні; V – інформаційно-адаптивні.

М. П. Шишкіна [7] пропонує періодизацію розвитку хмароорієнтованих засобів з огляду на науково-освітній контекст: (1) 80-ті роки ХХ – кінець ХХ ст.) – переважне поширення контентних засобів мережних технологій освітнього середовища (мережних баз даних, сайтів, порталів, е-бібліотек, науково-освітніх мереж, систем е-навчання тощо); (2) початок ХХІ ст. – поширення сервісних мережних засобів: технологій дистанційного навчання, сервісів web 2.0, технологій автоматизації наукових досліджень, комунікації та ін.; (3) після 2007 – початок віртуалізації серверів (початок – зі створення VirtualBox, VMware Player), виникнення і розвиток хмарних обчислень, їхнє впровадження в науково освітньому просторі.

Загалом, розвиток хмароорієнтованих сервісів і систем відкритої науки рухається в напрямі відкритості, від локальних мереж до відкритих. Із кожним етапом характеристики відкритості посилюються. Така тенденція сприяє і впливає на посилення відкритості в різних сферах діяльності та взаємодії, у т.ч. науково-освітній.

У межах концепції відкритої наук головна основна увага переважним чином зосереджується на двох таких напрямках: відкриті дані досліджень та відкритий доступ до наукових публікацій. Іншими словами, будь-яка зацікавлена особа може отримати доступ до потрібних матеріалів через мережу Інтернет будь-де і будь-коли, попри географічне розташування та часові межі і т.ін.

Рух до відкритості наукових результатів розпочинається з 70-80-х рр. ХХ ст. і пов'язаний з поступовим посиленням ступеня відкритості наукових ресурсів – від звичайного оцифрування друкованих матеріалів до розвитку онлайн-видань і відкритих репозиторіїв. Зокрема, варто відзначити започаткування онлайн журналів з політикою сліпого рецензування та відкритого доступу; конвертування друкованих наукових журналів в цифровий формат; появу безкоштовних баз даних, бібліотек, репозиторіїв, архівів електронних публікацій, що містять наукові статті та їх препринти, журнали, книги тощо (рис. 1).

Очевидно, що розвиток відкритої науки і зокрема доступу до наукових результатів прямо пов'язані з науково-технічним розвитком, прогресом інформаційно-комунікаційних мереж. Виокремлюємо так основні етапи розвитку сервісів і систем відкритої науки:

- (1) 70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст. Перші ініціативи.
- (2) Середина 90-х років ХХ ст. – 2000 р. Контентні інформаційно-комунікаційні мережі.
- (3) 2000 – 2009 рр. Мережні інфраструктури.
- (4) 2009 – донині. Хмаро орієнтовані системи.

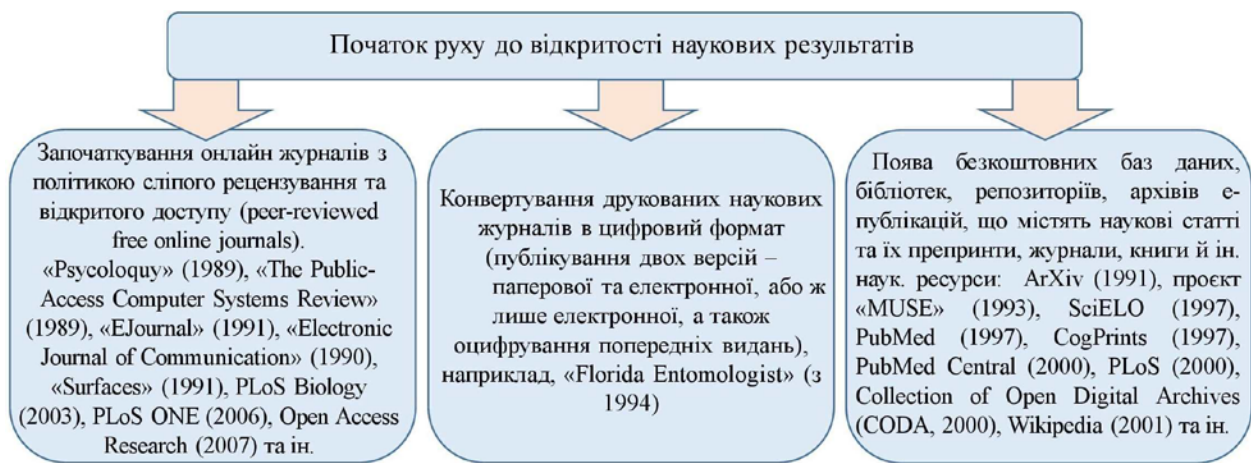


Рис. 1. Рух до відкритості наукових результатів (з 70-80-х років XX ст.)

Розглянемо детальніше кожний етап.

(1) *70-ті роки – сер. 90-х років XX ст. Перші ініціативи.* Початок етапу – започаткування проєкту Гутенберга (Gutenberg Project, 1971), спрямованого на оцифрування та вільне поширення творів, що складають суспільне надбання. Наразі е-бібліотека, створена в результаті цього проєкту, налічує понад 60 тис. ресурсів (книги, аудіо-записи, музичні твори тощо). Характерним для етапу є стрімкий розвиток всесвітньої мережі, електронних поштових сервісів, поява перших е-бібліотек, суттєве спрощення процесів комунікації й обміну даними.

У 90-х роках розвиваються Grid-обчислення – технологія, що передувала появі хмарних обчислень, і полягає в тому, що віртуальний комп'ютер представлений у вигляді кластерів, об'єднаних мережею комп'ютерів, які спільно працюють для виконання великої кількості складних обчислювальних операцій.

Під час етапу започатковано низку ініціатив, серед яких: • Коаліція наукових публікацій і академічних ресурсів (SPARC: the Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition, США, 1998 р.), що об'єднує понад 200 академічних, дослідницьких бібліотек Північної Америки, а також Європи, Японії, Африки; • Ініціатива відкритих архівів (Open Archives Initiative (OAI), 1999 р.), яка розробляє стандарти для підвищення доступності наукових

даних, ефективного поширення електронних ресурсів. Таким чином, упродовж першого етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки були започатковані перші знакові ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури.

(2) *Середина 90-х років ХХ ст. – 1999 р. Контентні інформаційно-комунікаційні мережі.* Початок етапу – проголошення ЮНЕСКО Декларації про науку та використання наукових знань, 1999 р. Відбувається активне створення вільного та відкритого програмного забезпечення для організації репозиторіїв, архівів відкритого доступу, ведення наукових журналів тощо (наприклад, Eprints, DSpace, Open Journal Systems (OJS)).

Набуває поширення Web 2.0 – технологія розробки сервісів і систем, що можуть наповнюватися і розвиватися самими користувачами (wiki, блоги, соціальні мережі тощо). Цифрові засоби стають більш доступними для освітньо-наукової сфери, збагачуються способи комунікації через е-листування, чати, миттєві повідомлення та ін.

(3) *2000 – 2009 рр. Мережні інфраструктури.* Досягнення попередніх етапів створили підґрунтя для активного розвитку мережних інфраструктур, поширення відкритих сервісів та систем, нарощування обсягів наукової інформації у відкритому доступі. У цей період започатковано низку знакових проєктів, серед яких – як створення нових сервісів, так і об'єднання в мережі, асоціації (рис. 2).

Отже, під час третього етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки відзначається поширення програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукової інформації, посилення переходу наукових репозиторіїв у відкритий формат. Інтеграційне зближення країн у напрямі побудови спільного середовища відкритої науки простежується у міжнародних з'їздах, конференціях, заходах, результатом яких стають відповідні постанови, угоди, декларації та ін. Серед ключових питань залишається те, яким чином захистити наукові результати та метадані, розміщені у відкритому доступі.

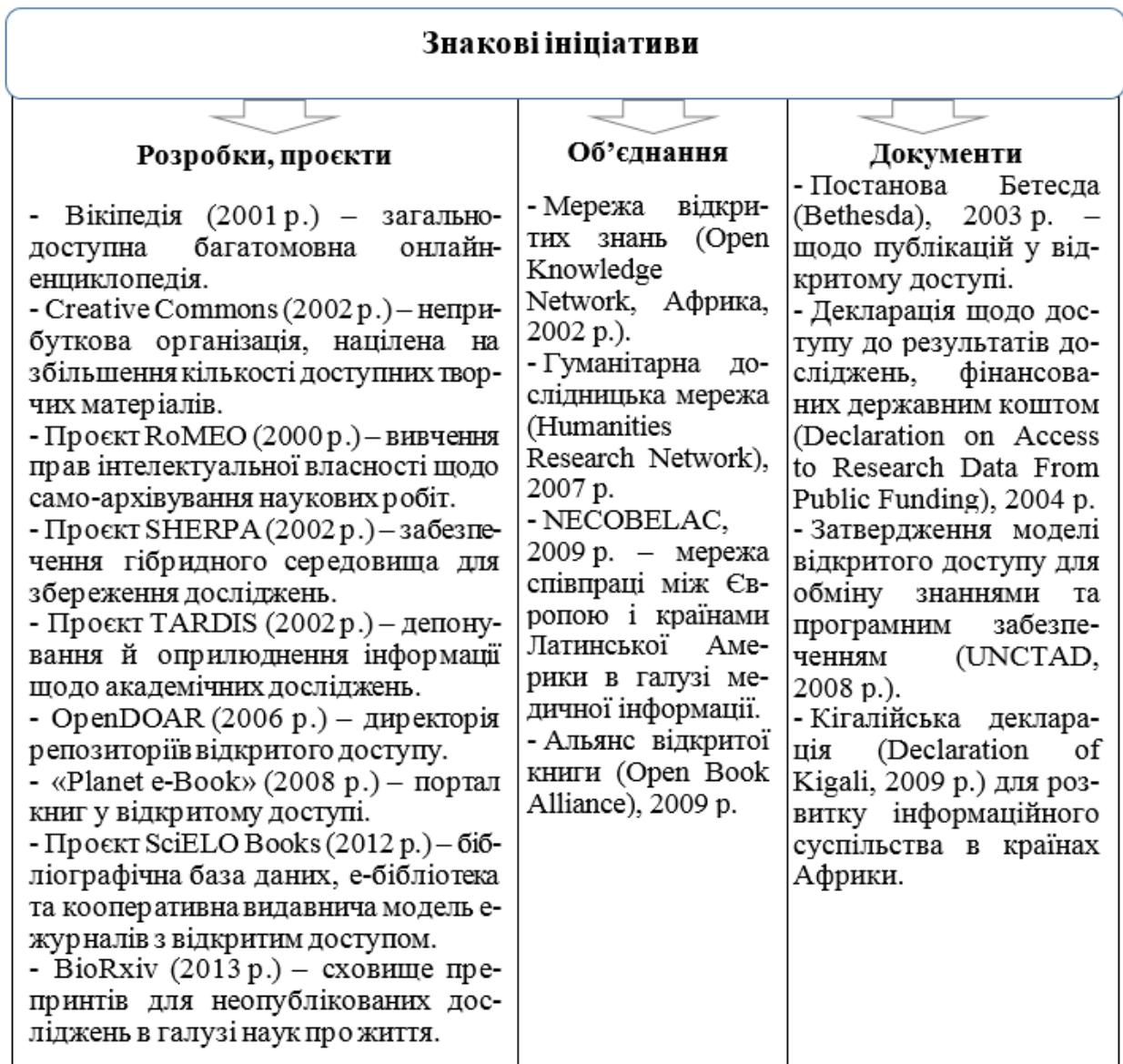


Рис. 2. Знакові ініціативи третього етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки (2000 – 2009 рр.)

(4) 2009 – донині. *Хмаро орієнтовані системи*. Етап характеризується розвитком адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, персоналізованих науково-освітніх середовищ за рахунок поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем.

Під *хмарним сервісом* розуміємо технологію 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 [8]. *Хмаро орієнтованою системою* вважаємо сукупність хмарних сервісів, розміщених на єдиній платформі та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби конкретного користувача. *Хмарну платформу підтримування навчання та наукових досліджень* розглядаємо як набір хмаро орієнтованих інструментів для здійснення різних навчальних та дослідницьких заходів [6]. В рамках однієї платформи може бути інтегровано багато різних інструментів, що забезпечують більше можливостей для реалізації відкритого та адаптивного навчання та досліджень [6].

З 2009 р. відбувається кілька знакових подій, що зумовили поштовх до поширення хмарних обчислень у різних сферах діяльності по всьому світі. Зокрема: запуск застосунків Google Apps; обґрунтування моделей обслуговування «хмар» (SaaS, PaaS, IaaS); визначення поняття хмарних обчислень Національним інститутом стандартів і технологій, США.

Серед ініціатив цього періоду, варто відзначити такі:

- Міжнародна хартія відкритих даних (International Open Data Charter), 2015 р., що закріпила 6 принципів поширення даних у світі: відкритість, своєчасність та всебічність, доступність і сумісність, порівнюваність, спрямованість на покращення урядового управління та залучення громадян, спрямованість на інклюзивний розвиток та інновації;

- створення Глобального альянсу OA2020 (2016 р.) – перетворення сучасних наукових журналів на журнали відкритого доступу;

- створення Коаліції громадських видавництв (SocPC: Society Publishers' Coalition), 2018 р. – благодійне інвестування надлишків своїх видань у відповідні дисциплінарні спільноти;

- створення AmeliCA, 2018 р. – спільної видавничої інфраструктури для журналів Латинської та Південної Америки, 2018 р.;

- підписання Делійської декларації про відкритий доступ (Delhi Declaration on Open Access), 2018 р.;

- підписання Декларації щодо розширення доступу до інформації через офлайн Інтернет (Tempe Declaration), 2018 р. тощо.

Зокрема, в Україні внаслідок широкого запровадження цифрових гаджетів та сервісів, мережних технологій у науковій й освітній процеси, відбувається інтенсивний розвиток науково-освітніх середовищ у закладах освіти різного рівня. На думку С. Г. Литвиної [5], важливу роль тут відіграють безкоштовні хмаро орієнтовані сервіси Microsoft і 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.

У 2018 р. за ініціативи Європейської Комісії створено Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC)). Ідея зі створення цієї хмари була запропонована ще в 2016 р. для побудови середовища відкритих даних і знань, розвитку конкурентоспроможної економіки у Європі. До 2022 р. заплановано низку проєктів з розвитку відкритої науки. Планується, що EOSC запропонує європейським дослідникам та фахівцям з різних галузей віртуальне середовище з відкритими якісними сервісами для пошуку, зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних шляхом об'єднання існуючих наукових інфраструктур даних. Іншими словами, задача EOSC – розвиток інфраструктури, що надає користувачам доступ до сервісів, які сприяють розвитку відкритої наукової діяльності та взаємодії.

Таким чином, рух до відкритості наукових досягнень розпочався ще з 70-80-х років ХХ ст. і триває донині. Пройдено шлях від звичайного оцифрування паперових журналів до створення програмного забезпечення з відкритим кодом, спільного редагування контенту, миттєвого

розповсюдження нових знань у всьому світі через комунікаційні мережі. Узагальнення основних характеристик етапів розвитку сервісів і систем відкритої науки представлено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Етапи розвитку сервісів і систем відкритої науки

Період	Назва етапу	Технології	Засоби і сервіси відкритої освіти та науки
70-ті рр. – середина 90-х рр. XX ст.	Перші ініціативи.	Всесвітня мережа, електронні поштові сервіси, обчислення	Сервіси е-комунікації, електронні Grid-архіви, репозиторії, бібліотеки.
Середина 90-х рр. XX ст. – 2000 р.	Контентні інформаційно-комунікаційні мережі	Контентні інформаційно-комунікаційні та відкрите програмне забезпечення, Web 2.0, архіви відкритого доступу.	Інформаційно-освітні мережі, електронні бібліотеки, електронні наукові журнали й архіви, електронні соціальні мережі, миттєві повідомлення, блоги та ін.
2000 – 2009 рр.	Мережні інфраструктури	Мережні інфраструктури сервісів комунікаційні мережі, вільне та відкрите програмне забезпечення, архіви відкритого доступу.	Електронні бібліотеки, портали, інформаційно-системи дистанційного навчання, електронні дослідницькі системи
2009 р. – донині	Хмаро орієнтовані системи	Адаптивні інформаційно-комунікаційні мережі, обчислення, персоналізовані сервіси	Хмаро орієнтовані сервіси, системи, платформи.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Відкрита наука, як відносно нова концепція наукового процесу, заснована на спільній роботі та нових способах поширення інформації з використанням сучасних цифрових сервісів і систем. У межах цієї концепції передбачено забезпечення відкритості даних досліджень та відкритого доступу до наукових публікацій.

Аналіз джерельної бази виявив, що у вітчизняному науково-педагогічному просторі існують різні підходи до періодизації розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. Рух до відкритості наукових результатів розпочався ще з 70-80-х років XX ст. Проаналізувавши світові ініціативи, було виокремлено основні етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки.

Так, упродовж першого етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки (70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст.) були започатковані перші знакові ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури. Під час другого етапу (сер. 90-х років ХХ ст. – 1999 р.) цифрові засоби стають більш доступними для освітньо-наукової сфери, збагачуються способи комунікації через е-листування, чати, миттєві повідомлення та ін. У ході третього етапу (2000 – 2009 рр.) відбувся розвиток мережних інфраструктур, поширення програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукової інформації, посилення переходу наукових репозиторіїв у відкритий формат. Четвертий етап (2009 – донині) характеризується розвитком адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, персоніфікованих науково-освітніх середовищ за рахунок поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем.

Наше дослідження показало, що розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки рухається в напрямі відкритості, від локальних мереж до відкритих. Із кожним етапом характеристики відкритості посилюються. Така тенденція сприяє і впливає на посилення відкритості в різних сферах діяльності та взаємодії, у т.ч. науково-освітній.

Подальших досліджень потребує обґрунтування найбільш доцільних шляхів запровадження сучасних сервісів і систем відкритої науки в науково-освітнє середовище.

Список використаних джерел

1. Биков, ВЮ 2012, 'Проблеми та перспективи інформатизації системи освіти в Україні', Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Сер. 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. № 13, с. 3-18.

2. Везетіу, КВ 2012, 'Принципи функціонування системи післядипломної педагогічної освіти', Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. № 30, с. 95-98.

3. Кремень, ВГ 2008, 'Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта', в *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура*, Педагогічна думка, Київ, с. 9-48.
4. Лещенко, МП, Яцишин, АВ 2014, 'Відкрита освіта у категоріальному полі вітчизняних і зарубіжних учених', Інформаційні технології і засоби навчання. № 1 (39), с. 1-16. Doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v39i1.985>.
5. Литвинова, СГ 2016, *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу*, ЦП «Компринт», Київ.
6. Мар'єнко, МВ, Шишкіна, МП 2020, 'Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї', Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. № 56, с. 121-134.
7. Шишкіна, МП 2015, 'Еволюція і сучасний стан сформованості хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища', в *Адаптивні технології управління навчанням : матеріали першої міжнар. конф.*, Одеса, с. 59-62.
8. International Standards Office, 2014. ISO 690 ISO/IEC 17788:2014(E) – *Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary*. Switzerland : ISO/IEC.
9. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25: Making Open Science a Reality 2015. Available from: <<https://cutt.ly/khlsyPb>>. [01 Decmber 2021].

References

1. Вуків, ВУ 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, pp. 3-18.
2. Vezetiu, KV 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, pp. 95-98.
3. Kremen, VH 2008, 'Liudyna pered vyklykom tsyvilizatsii: tvorchist, liudyna, osvita' (Human before the challenge of civilization: creativity, human, education), in *The phenomenon of innovation: education, society, culture*, Pedagogichna Dumka, Kyiv, pp. 9-48.
4. Leshchenko, MP, Yatsyshyn, AV 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), pp. 1-16. Doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v39i1.985>.

5. Lytvynova, SH 2016, *Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu* (Designing a cloud-based learning environment for a secondary school), TsP «Kompynt», Kyiv.

6. Marienko, MV, Shyshkina, MP 2020, ‘Vykorystannia khmaro oriientovanykh metodychnykh system u protsesi pidhotovky vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv do roboty v naukovomu litsei’ (The use of the cloud-based methodological systems in the process of preparation of teachers of natural and mathematical subjects for work in scientific liceum), *Modern Information Technologies and Innovative Learning Techniques in Specialists’ Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*. № 56, pp. 121-134.

7. Shyshkina, MP 2015, ‘Evoliutsiia i suchasnyi stan sformovanosti khmaro oriientovanoho osvitno-naukovoho seredovyscha’ (Evolution and current state of formation of cloud-oriented educational and scientific environment), in *Adaptive learning management technologies: materials of the first international. conf.*, Odesa, pp. 59-62.

8. International Standards Office, 2014. ISO 690 ISO/IEC 17788:2014(E) – *Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary*. Switzerland : ISO/IEC.

9. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25: Making Open Science a Reality 2015. Available from: <<https://cutt.ly/khlsyPb>>. [01 December 2021].