

ХМАРО-ОРІЄНТОВАНІ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

SHYSHKINA M.P. Cloud-based systems of open science in educational institutions. *In the modern educational and research university environment there are new models of organization of investigations, as well as educational and scientific activities, based on innovative technological solutions and pedagogical approaches to open science. Issues of setting up cloud-based open science tools and services for users, forming open science systems within the educational and scientific environment of the educational institution in order to maximize the pedagogical potential of their use, improving learning and research outcomes, and improving the organization of research and educational activities are the subject of the article. Conceptual aspects of formation and development of high-tech learning and research environment of educational institution with the use of cloud-oriented systems of open science, as well as organization of access to electronic resources and services to support investigative activities based on cloud computing and research infrastructures are outlined.*

Key words: educational environment, open science, higher education institutions, cloud technologies, research infrastructures.

ШИШКІНА М.П., Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у закладах освіти. У сучасному освітньо-науковому середовищі закладу освіти виникають нові моделі організації дослідницької, а також навчально-наукової діяльності, що ґрунтуються на інноваційних технологічних рішеннях та педагогічних підходах відкритої науки. Питання налаштування хмаро орієнтованих засобів і сервісів на потреби користувачів, формування систем відкритої науки у межах освітньо-наукового середовища з метою максимально можливої реалізації педагогічного потенціалу їх використання, покращення результатів навчання і наукових досліджень, а також поліпшення організації процесів науково-навчальної діяльності є предметом статті. Окреслено кон-

цептуальні аспекти формування і розвитку високотехнологічного освітньо-наукового середовища закладу освіти із використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки, а також організації доступу до електронних ресурсів і сервісів для підтримкування пошукової діяльності на основі хмарних обчислень та дослідницьких інфраструктур.

Ключові слова: освітнє середовище, відкрита наука, заклади вищої освіти, хмарні технології, дослідницькі інфраструктури.

ШИШКИНА М.П. **Облачно ориентированные системы открытой науки в учебных заведениях.** В современной образовательной среде возникают новые модели организации исследовательской, а также учебно-научной деятельности, основанные на инновационных технологических решениях и педагогических подходах открытой науки. Вопросы настройки облачно ориентированных средств и сервисов открытой науки на потребности пользователей, формирование систем открытой науки в рамках образовательно-научной среды учебного заведения с целью максимально возможного использования педагогического потенциала современных облачно ориентированных ИКТ, улучшение результатов обучения и научных исследований, а также улучшение организации процессов научно-учебной деятельности является предметом статьи. Обозначены концептуальные аспекты формирования и развития высокотехнологичной образовательно-научной среды учебного заведения с использованием облачно ориентированных систем открытой науки, а также организации доступа к электронным ресурсам и сервисам для поддержания поисковой деятельности на основе облачных вычислений и исследовательских инфраструктур.

Ключевые слова: образовательная среда, открытая наука, заведения высшего образования, облачные технологии, исследовательские инфраструктуры.

SHYSHKINA M.P. **Oparte na chmurze systemy otwartej nauki w instytucjach edukacyjnych.** W nowoczesnym środowisku edukacyjno-naukowym powstają nowe modele organizacji działalności badawczej i edukacyjnej, oparte na innowacyjnych rozwiązaniach technologicznych i pedagogicznym podejściu do otwartej nauki. Problematyka dostosowania narzędzi i usług otwartej nauki w chmurze do potrzeb użytkowników, kształtowania systemów otwartej nauki w tym środowisku w celu maksymalizacji potencjału pedagogicznego nowoczesnych

technologii informacyjno-komunikacyjnych opartych na chmurze, poprawy efektów uczenia się i badań oraz doskonalenia organizacji działalności badawczej są przedmiotem artykułu. Konceptualne aspekty tworzenia i rozwoju nowoczesnego środowiska edukacyjnego i naukowego instytucji edukacyjnych z wykorzystaniem chmurowych systemów otwartej nauki oraz organizacji dostępu do elektronicznych zasobów i usług wspierających działalność badawczą w oparciu o technologię chmury i infrastruktury naukowe są opisane.

Слова ключові: *środowisko edukacyjne, otwarta nauka, instytucje szkolnictwa wyższego, technologie chmurowe, infrastruktury badawcze.*

Запровадження хмаро орієнтованих систем, сервісів, практик відкритої науки у закладах освіти – це сучасний рух, що активно розвивається у міжнародній і вітчизняній науковій і освітній діяльності [1, 2, 4, 7]. Багато його концептів є новими, перспективними, не до кінця усвідомленими навіть самою науковою спільнотою, тому потребують ретельного науково-методичного, методологічного та теоретичного опрацювання з метою якнайшвидшого запровадження у закладах освіти на різних рівнях, зокрема, у процес навчання учнів, студентів, в освіту вчителів.

Уміння доцільно використовувати засоби і сервіси відкритої науки постає невід’ємним складником фахових компетентностей сучасного педагога. Для того, щоб досягти бажаного покращення результатів навчання, а також підвищення якості, доступності та продуктивності процесів наукових досліджень, необхідно звернутися до вирішення низки науково-методологічних, психолого-педагогічних, навчально-методичних, змістовно-технологічних та організаційних питань, що постають у зв’язку з виникненням нових підходів до формування систем відкритої науки у закладах освіти.

Проблеми організації доступу до засобів і сервісів відкритої науки, проектування інформаційно-технологічної інфраструктури закладу освіти із їхнім використанням виникають у зв’язку із розвитком інноваційних ІКТ, коли суттєвих змін зазнають різні аспекти педагогічних систем і системи освіти в цілому. Тому в центр розгляду потрапляє поняття хмаро орієнтованого освітнього середовища та систем відкритої науки, як його системного компоненту, що охоплює як різні інформаційно-технологічні, так і педагогічні аспекти у процесі проектування.

Метою статті є визначення доцільних шляхів запровадження і використання засобів і сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньо-науковому середовищі закладів освіти.

Питання проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в інформаційно-освітньому середовищі дійсно охоплюють низку аспектів. Зокрема, із

виникненням концепції хмарних обчислень [1] зростає кількість галузей, об'єктів, зразків її прикладного застосування, що свідчить про швидке поширення цієї інновації. Зокрема поява і розвиток поняття *хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища* – ІКТ-середовища закладу вищої освіти, у якому окремі дидактичні функції, а також деякі принципово важливі функції здійснення наукових досліджень передбачають доцільне координоване та інтегроване використання хмарних сервісів [1], є у руслі згаданої тенденції.

Основні елементи концепції відкритої науки, зокрема щодо застосування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їх різновидів, сервісних моделей, суттєвих характеристик, особливостей ІКТ архітектури та інші знайшли виявлення в будові сучасних освітніх організаційних систем [1, 2]. Тому поняттєвий ряд і принципи, що характеризують розвиток і застосування засобів і сервісів відкритої науки на базі хмарних обчислень, стають суттєвим концептуальним підґрунтям у процесі проектування освітньо-наукового середовища.

Хмаро орієнтованою системою вважаємо сукупність хмарних сервісів, розміщених на єдиній платформі та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби конкретного користувача.

Хмарна платформа підтримування навчання та наукових досліджень розглядається як набір хмаро орієнтованих інструментів для здійснення різних навчальних та дослідницьких заходів. В рамках однієї платформи може бути інтегровано багато різних інструментів, що забезпечують більше можливостей для реалізації відкритого та адаптивного навчання та досліджень.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки це сукупність хмарних сервісів, розміщених на єдиній платформі і пов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби проектування і розгортання відкритих систем навчання і наукових досліджень.

Хмаро орієнтовані інструменти відкритої науки – це засоби ІКТ, що забезпечують формування і підтримування в актуальному стані мережних електронних інформаційних ресурсів і сервісів відкритого освітньо-наукового середовища, а також застосування технологій проектування і розгортання відкритих хмаро орієнтованих педагогічних навчально-наукових систем та систем наукових досліджень.

Необхідність досліджувати цей предмет пов'язана із його місцем на загальному тлі вивчення найсучасніших ІКТ, напрямів і тенденцій їх впровадження в сфері освіти, а у практичному аспекті – пошуку шляхів, методів і методик їх використання в освіті. Технології розвиваються надто швидко, через це потрібно приділяти окрему увагу розробці освітніх аспектів їх застосування, адже саме це є запорукою того, що можливий педагогічний ефект їх використання буде досягнуто в належній мірі. Навчання є необхідною ланкою у запровадженні будь-якої технологічної інновації у діяльність її передбачуваних користувачів, у даному

випадку – тих, хто навчає і вчиться. Методики і методичні системи використання – це є необхідний елемент запровадження нових технологій, що дозволяє забезпечити практичне навчання персоналу і таким чином донести їх до користувача.

Хмаро орієнтована методична система - система методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального і наукового призначення, об'єднаних у єдине ціле на основі системоутворювальних чинників, якими постають хмаро орієнтований підхід, а також єдність змісту навчання за обраними методиками.

Різні види хмаро орієнтованих інструментів відкритої науки, що нині існують, охоплюють такі як:

- системи підтримання діяльності віртуальних навчальних/наукових колективів, що забезпечують доступ до гнучко організованого пулу електронних ресурсів для підтримання процесів наукових досліджень;
- інформаційно-аналітичні мережні системи і сервіси підтримання наукових досліджень (електронні журнальні системи, е-бібліотеки, системи веб-конференцій та ін., що розміщені на хмарних серверах або постачаються як сервіс);
- системи підтримання навчальних/наукових проєктів,
- спеціалізоване програмне забезпечення, що постається як сервіс (сервіси математичного призначення, конструювання, проєктування, візуалізації і подання даних, статистичного опрацювання результатів, семантичного і синтаксичного аналізу текстів та ін.),
- дослідницькі наукові мережі і інфраструктури, Європейська хмара відкритої науки та інші.

Відкрита наука, відкритий доступ, відкриті дані та відкритий код та інші концепти пов'язані із запровадженням відкритих освітніх і наукових систем є нині перспективними і популярними і тому потребують опанування і поширення. Але все ж достатньо широкого впровадження цих практик в Україні ще не досягнуто. Однією з причин є те, що практики відкритої науки – це певний крок назустріч «споживачеві» наукової продукції, іншим колегам, з якими відбувається взаємо вигідний обмін результатами досліджень і взагалі науковій спільноті. Кожний дослідник вирішує для себе, як і в якій мірі йому використовувати відкриті практики, адже його здобутки є об'єктом авторського права, їхнє повсюдне відкриття може бути не завжди доцільним. В той же час, існують і зайві перестороги і побоювання з боку науковців, тоді як відкриття певних аспектів дослідження можна зробити не втрачаючи наукового пріоритету. В той же час, це сприятиме більш широкому і оперативному ознайомленню громадськості з отриманими результатами, зростанню уваги ЗМІ та колег, підвищенню рейтингів, індексів цитувань, встановленню нових контактів у середовищі науковців, що в свою чергу йде на користь розвитку досліджень. Є ще один аспект відкритих наукових

практик – можливість безпосередньої оцінки досягнень науковою спільнотою і суспільством, що зрештою є найкоротшим шляхом до їх використання у практиці.

Застосування практик відкритої науки доцільно для підтвердження об'єктивності і надійності отриманих даних [3], в останні роки розглядаються концепції «громадянської науки», що передбачають більш тісний взаємозв'язок науки, суспільства і соціуму [6], авторами висвітлюються питання про вплив запровадження практик відкритої науки у дослідження процесів комунікації [7], про запровадження хмаро орієнтованих платформ і інфраструктур для підтримання співпраці у віртуальних наукових колективах [2], про посилення зв'язків досліджень, що проводяться в університетському секторі, та промисловості [5] та інші.

За даними міжнародного опитування, [4] в якому взяли участь 6221 осіб, що було проведено з квітня по серпень 2018 за рубежом серед представників соціальних наук (економіка, політичні науки, психологія, соціологія), в останні роки відбувся суттєвий рух у напрямку запровадження відкритих наукових практик. Зокрема, відбуваються такі зміни, як розміщення та попередня реєстрація даних у відкритому доступі при проведенні досліджень, зростання загальної обізнаності, ставлення до сприйняття норм відкритих наукових практик. Відзначається стрімке зростання їх прийняття: станом на 2017 р. 80% вчених використовували принаймні одну з таких практик, що означає зростання у 4 рази у порівняннях із тим, що відзначалося десятиліття тому. Таким чином, завдяки запровадженню механізмів відкритої науки з'являються передумови для реалізації досліджень у різних галузях, зокрема, у соціальних науках, зростає інтерес до них і переконаність у доцільності застосування як серед провідних, так і молодих науковців, а також студентів.

Метою запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньо-науковий процес закладів освіти є перш за все більш повне задоволення освітніх потреб користувачів щодо якості, гнучкості, відкритості організації і проведення наукових досліджень, отримання доступу до необхідних для цього сервісів і ресурсів. Для цього впровадження хмарних технологій у процес навчання має бути цілісним, здійснюватися згідно принципів *відкритої освіти*, серед яких: мобільність учнів і вчителів; рівний доступ до освітніх систем; надання якісної освіти; формування структури та реалізації освітніх послуг, а також *відкритої науки*, серед яких: відкритий доступ до матеріалів публікацій; відкриті дані; FAIR принципи (Findable – ті, що легко відшукати; Accessible – доступні; Interoperable – сумісні; Reusable – доступні для повторного використання); відкриті методи досліджень; відкриті процеси наукової комунікації; відкрита співпраця; відкрите оцінювання [1].

Хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки виникли в останні роки, але починають привертати все більшу увагу дослідників. Серед них різноманітні

сервіси, платформи, інфраструктури для організації і підтримання різних етапів проведення досліджень, сервіси спільної роботи над проектами, подання і опрацювання даних, в тому числі великих даних, подання і репрезентації результатів досліджень у відкритому інформаційному просторі, що передбачає можливість їх колективного оцінювання і використання у тому числі у міжнародному контексті. Спеціалізоване програмне забезпечення, що дозволяє використовувати при опрацюванні даних потужності хмарних серверів та різноманітні хмароорієнтовані платформи та інструменти має потенціал для значного підвищення ефективності здійснення наукового пошуку у різних галузях.

Оцінка ходу і результатів дослідження науковою міжнародною спільнотою тепер стає доступною миттєво, причому на різних етапах його здійснення, таким чином шлях від винаходу до його оцінювання фахівцями і застосування стає значно коротшим. Завдяки цьому наука стає більш конкурентоспроможною і ближчою до суспільства, що породжує проблему запровадження практик відкритої науки у процес навчання вже на ранніх стадіях, у процес підготовки молодих науковців і навіть раніше, у навчанні студентів і учнів закладів загальної середньої освіти, адже саме на цих етапах розвитку людини формуються основи наукового мислення.

Для того, щоб запровадити ці практики у діяльність науковця і педагога, а саме такі практики, як відкриті профілі науковця, вчителя; відкриті праці, для пошуку наукових здобутків; відкриті сервіси для опрацювання даних для проведення досліджень; відкриті результати експериментів; сервіси баз даних; використання препринтів та ін. необхідно їх науково-методичне опрацювання і дослідження. Про це необхідно знати не лише науковцю, але й педагогу і викладачу, бо вони можуть бути ефективно використані, зокрема, в умовах дистанційного навчального процесу.

Виявляється, сервіси відкритої науки, зокрема, сервіси опрацювання великих даних, а також смарт даних, ґрунтованих на методах штучного інтелекту, FAIR-даних створюють значний вплив на організацію та проведення наукових досліджень. Завдяки хмаро орієнтованим підходам доступ до них розширився, вони стають все більш необхідними інструментами у практиці роботи науковців. Досить суттєву роль у цьому контексті відіграє Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC) – це пан-Європейська інфраструктура, що об'єднує дослідницькі інфраструктури Європи (в т.ч., е-інфраструктури проєкту ESFRI) в єдиний віртуальний науковий простір [1].

Кожному досліднику, що долучився до участі у ній індивідуально, а також долучитися може одинична інфраструктура або консорціум, буде надано доступ до:

- наявних даних наукових досліджень, що проводилися за підтримки державних фондів ЄС (каталог даних);

- до інформації про доступні сервіси та потужності дослідницьких е-інфраструктур (каталог ринку сервісів);
- до інформації про наявні дослідницькі інфраструктури, про діючі програми та проекти, про консорціуми, що вже існують та створюються, з можливістю долучення і співпраці (каталог дослідницьких інфраструктур).

Категорії сервісів Європейської хмари відкритої науки наступні: мережні потужності; обчислювальні потужності; зберігання даних; обмін і доступ; управління даними; опрацювання і аналіз; операції з безпекою; навчання і підтримка.

Категорії сервісів Європейської хмари відкритої науки за галузями знань наступні: міждисциплінарні; гуманітарні науки; соціальні науки; природничі науки; техніка та технології; медичні науки; сільськогосподарські науки; підтримка діяльності; інші.

Висновки. Необхідно поширення інформації стосовно існуючих практик і принципів відкритої науки, існуючих можливостей, послуг та переваг використання хмарних сервісів, мережних інструментів і платформ, е-інфраструктур та Європейської хмари відкритої науки на різних рівнях освітнього процесу, запровадження їх у навчання і підготовку науковців, викладачів, студентів; у процес навчання і професійного розвитку вчителів; створення методик розвитку компетентностей з використання засобів і технологій відкритої науки і запровадження їх в освітній процес; забезпечення відкритості наукових даних.

Список використаних джерел:

1. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68 (6). Pp. 1-19. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>
2. Chan Leslie, et al. Whose infrastructure? Towards inclusive and collaborative knowledge infrastructures in open science. *Electronic Publishing*, 2018.
3. Cook Bryan G., et al. Promoting open science to increase the trustworthiness of evidence in special education. *Exceptional Children*. 2018. Vol. 85.1. Pp. 104-118.
4. Christensen Garret, et al. Open science practices are on the rise: The State of Social Science (3S) Survey. 2020. <https://doi.org/10.31222/osf.io/5rksu>
5. Hart Kirsten, et al. Could open science stimulate industry partnerships in chemical engineering university research? *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. 2021. Vol. 99.10. Pp. 2186-2194.
6. Hecker Susanne, et al. Citizen science: innovation in open science, society and policy. UCL Press, 2018. <https://books.google.com.ua/books?id=5WxyDwAAQB&dq=open+science+in+education&hl=uk&lr=>

7. Markowitz David M., Hyunjin Song, Samuel Hardman Taylor. Tracing the Adoption and Effects of Open Science in Communication Research. Journal of Communication. 2021. jqab030. <https://doi.org/10.1093/joc/jqab030>

Transliteration of References:

1. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. Information Technologies and Learning Tools. 2018. Vol. 68 (6). Pp. 1-19. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>
2. Chan Leslie, et al. Whose infrastructure? Towards inclusive and collaborative knowledge infrastructures in open science. EElectronic PUBLISHing, 2018.
3. Cook Bryan G., et al. Promoting open science to increase the trustworthiness of evidence in special education. Exceptional Children. 2018. Vol. 85.1. Pp. 104-118.
4. Christensen Garret, et al. Open science practices are on the rise: The State of Social Science (3S) Survey. 2020. <https://doi.org/10.31222/osf.io/5rksu>
5. Hart Kirsten, et al. Could open science stimulate industry partnerships in chemical engineering university research? The Canadian Journal of Chemical Engineering. 2021. Vol. 99.10. Pp. 2186-2194.
6. Hecker Susanne, et al. Citizen science: innovation in open science, society and policy. UCL Press, 2018. <https://books.google.com.ua/books?id=5WxyDwAAQB AJ&dq=open+science+in+education&hl=uk&lr=>
7. Markowitz David M., Hyunjin Song, Samuel Hardman Taylor. Tracing the Adoption and Effects of Open Science in Communication Research. Journal of Communication. 2021. jqab030. <https://doi.org/10.1093/joc/jqab030>



SHYSHKINA M.P.

Doctor of Pedagogical Sciences, Institute of Information Technologies and Teaching Aids of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
E-mail: marimodi@gmail.com

CLOUD-BASED SYSTEMS OF OPEN SCIENCE IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

<https://doi.org/10.38014/osvita.2021.88.05>