

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

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Шишкіна М.П. Еволюція засобів і технологій проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 1(27). С. 100-106.

Shyshkina M. Evolution of tools and technologies of cloud-based open science systems design in education. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 1(27). P. 100-106.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-027-1-016
УДК 378.091.31:004.9

М.П. Шишкіна

Інститут Інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна

shyshkina@iitlt.gov.ua

ORCID: 0000-0001-5569-2700

ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

АНОТАЦІЯ

У статті охарактеризовано основні етапи еволюції засобів і технологій проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті, охарактеризовано сучасний стан проблеми, визначено перспективні напрями досліджень.

Формулювання проблеми. Необхідність дослідження обумовлена потребою підвищення рівня ІКТ компетентності вчителів закладів загальної середньої освіти України в аспекті розвитку навичок використання хмарних сервісів відкритої науки, ознайомлення їх з методологічними та методичними засадами використання сервісів даного типу в освітньому процесі.

Матеріали і методи. Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей б) емпіричні – анкетування; опитування; бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження за начальною і науковою діяльністю суб'єктів освітнього процесу.

Результати. У роботі обґрунтовано, що запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання і професійного розвитку вчителів є перспективним напрямом розвитку наукової освіти вчителів, що потребує удосконалення методології і методик використання засобів і сервісів відкритої науки, запровадження інноваційних форм і методів у процес навчання і наукових досліджень, розвитку ІКТ-компетентностей вчителів, зокрема, навичок здійснення наукових досліджень у співробітництві, спираючись на застосування хмаро орієнтованих засобів і сервісів підтримання наукових досліджень і опрацювання даних, розширенню частки дослідницького підходу у навчанні, поширенню кращих практик відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі.

Висновки. Еволюція засобів і сервісів відкритої науки охоплює низку етапів: формування і розвиток науково-освітніх інформаційних мереж і інфраструктур; рух у напрямі їх уніфікації і інтеграції; виникнення Європейської хмари відкритої науки і запровадження найкращих практик її освітнього використання. Існує потреба в обґрунтуванні і запровадженні спеціально розроблених методик проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті вчителів для підвищення активності і вмотивованості до наукових досліджень, поліпшення їх результативності, розвитку ІКТ-компетентності в аспекті використання хмарних технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: хмарні сервіси, еволюція, відкрита наука, спільна робота, освітнє середовище, вчителі.

ВСТУП

Постановка проблеми. Використання у закладах освіти найсучасніших хмарних сервісів відкритого освітньо-наукового середовища є суттєвою передумовою підготовки фахівців, здатних до активної професійної діяльності і самореалізації у високотехнологічному суспільстві, готових до запровадження і використання інноваційних методик і засобів навчання, реалізації інноваційних форм, методів і підходів до його організації. На сьогодні ефективним та перспективним підходом до проектування відкритих педагогічних систем навчання і наукових досліджень з використанням хмарних обчислень є запровадження технологій відкритої науки. Хмаро орієнтований підхід в освіті, що полягає у забезпеченні процесів відкритого навчання на базі створення у закладі освіти віртуалізованої корпоративної або гібридної інфраструктури, поступається місцем більш широкому розумінню доступу до якісних освітніх ресурсів, підтримуючи процеси навчання у співробітництві, а також відкриваючи найширші можливості для організації систем відкритої науки, проведення спільних досліджень у віртуальних колективах, в тому числі у міжнародному вимірі (Allen, Mehler, 2019; Вуков, Shyshkina, 2018, Ratnam 2017).

© М.П. Шишкіна, 2021.

Нині на базі платформ хмарних обчислень доцільно підтримувати не лише відкрите навчання, але й відкриту науку, що передбачає процеси наукових досліджень у розподілених віртуальних середовищах із використанням засобів і сервісів освітньо-наукових платформ і інфраструктур. Ці процеси пов'язані з відкритим доступом до даних досліджень, відкритим обговоренням та аналізом результатів досліджень та відкритим спілкуванням із суспільством (Open Science, 2015). Для підтримки цих процесів корисні корпоративні або гібридні хмарні середовища, як важливі компоненти різних інформаційно-освітніх мереж, таких як дослідницькі інфраструктури та соціальні мережі. Таким чином, аналіз принципів та суттєвих особливостей структури та розвитку хмаро орієнтованих систем відкритої науки стає досить необхідним для організації та підтримки процесів відкритих наукових досліджень не лише у системі вищої, вищої педагогічної освіти, а також і післядипломної педагогічної освіти, навчання і професійному розвитку вчителів (Вакалюк, Мар'єнко, 2021).

Невідповідність структури та складу середовища навчання та досліджень вимогам побудови відкритих педагогічних систем належить до сучасних викликів розвитку освіти вчителів. Відсутність освітньої практики, яка б охоплювала пріоритети відкритої науки, недостатнє вивчення теоретичних та методологічних основ розвитку хмаро орієнтованих середовищ, а також мережних освітніх і наукових ресурсів та інструментів систем відкритої науки обмежують розвиток педагогічних систем та перешкоджають подальшому покращенню якості навчання і професійного розвитку вчителів.

Аналіз актуальних досліджень. Згідно з останніми дослідженнями (Bykov, Shyshkina, 2018; Кузьмінська, Волошина, Саяпіна 2016; Glazunova et al., 2017; Allen, Mehler, 2019; Harefa et al., 2019) проблеми впровадження і застосування хмарних технологій в освітньому процесі для забезпечення доступу до програмного забезпечення, підтримування спільного навчання і досліджень, обміну досвідом, а також проєктної діяльності є особливо актуальними. В даний час формування відкритого хмаро орієнтованого навчального та дослідницького середовища є пріоритетом міжнародного науково-освітнього співтовариства та інтенсивно розвивається у різних сферах освіти (Bykov, Shyshkina, 2018).

Теоретичні результати та практична спрямованість досліджень, проведених в Інституті інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України, в основному підпорядковані зазначеній освітній парадигмі, яка орієнтована на розвиток науково-методологічних засад впровадження принципів відкритої освіти і науки. Зокрема, у роботі В.Ю. Бикова «Моделі організаційних систем відкритої освіти» запропоновано моделі інформаційного освітнього середовища відкритої освіти. Метою робіт є створення методологічної основи для подальших досліджень у цій галузі, а хмарне середовище - це новий крок у розвитку систем відкритої освіти (Биков, 2009).

Локалізація засобів, інструментів, програмних додатків навчального призначення «у хмарі», є перспективним напрямком розвитку систем відкритої освіти, коли існує більше можливостей адаптації навчального середовища до навчальних досягнень, індивідуальних потреб та цілей тих, хто вчиться. "Спектр" навчальної та науково-дослідної діяльності розширюється як завдяки більшій професійній спрямованості змісту навчання дисципліни, так і розширенню доступу до інструментів дослідження (Glazunova et al, 2017; Литвинова, 2016).

Методичні особливості організації спільної роботи студентів над навчальними проєктами із використанням *Microsoft Office 365* розглядаються у роботі (Glazunova et al, 2017; Harefa 2019). Графічний інтерфейс MS Teams та способи його налаштування для навчального процесу описані у роботах Глазунової О.Г., Кузьмінської О.Г., Волошиної Т.В., Саяпіної Т.П., Корольчук В.І. (Glazunova et al, 2017). У роботах С.Г.Литвинової, О.М.Спіріна розглянуто особливості формування хмаро орієнтованого навчального середовища у закладі загальної середньої освіти на базі *Microsoft Office 365* (Литвинова, Спірін, Анікіна, 2015; Литвинова 2016). Питання проєктування науково-навчальної хмари установи на базі *Microsoft Office 365* розглянуто у роботі Носенко Ю.Г. та ін. (Носенко, Попель, Шишкіна, 2016).

Науково-методичне опрацювання проблем формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладів освіти потребує подальшого дослідження в контексті пріоритетів відкритої науки (Bykov, Shyshkina, 2018; Вакалюк, Мар'єнко, 2021).

Зокрема, перспективним напрямом досліджень є науково-освітнє опрацювання проблем запровадження сервісів відкритої науки в систему освіти на різних її рівнях. Ці питання нині є перспективним напрямом зарубіжних досліджень, де предметом обговорення постають перспективи і виклики, пов'язані із коректним і доцільним використанням цифрових засобів відкритого навчання і досліджень. Зокрема, Allen C., Mehler D. M. (Allen, Mehler, 2019) наголошують на перевагах запровадження практик відкритої науки на ранніх етапах наукової кар'єри, зокрема, радять використовувати практики оприлюднення пілотних даних досліджень, навіть якщо їх опрацювання призвело до спростування попередніх припущень; враховувати при плануванні досліджень витрати часу, що будуть пов'язані з реєструванням експериментів і опрацюванням даних у відкритих системах; зосереджуватись на якості, а не на кількості при розробці стратегій дослідження, плануванні експериментів. При цьому, автори вважають, що надання даних та матеріалів, зокрема програмних кодів у відкритий доступ, є відносно доступним і перспективним шляхом запровадження практик відкритої науки в освіті. З урахуванням існуючого досвіду, важливо формувати у молодих науковців уміння обирати методи, які відповідають досліджуваному питанню, з урахуванням доцільності, використовувати нові інструменти, які полегшують обмін та документування наукової роботи ефективно та прозоро (Allen, Mehler, 2019).

Mirowski P. (Mirowski, 2018) розглядає причини труднощів запровадження концепції відкритої науки і обмеження, пов'язані із застосуванням відкритих наукових практик, викликами, які стоять перед наукою в аспекті її взаємодії із суспільством.

Карен Маекс, ректор Магніфікуса Амстердамського університету, висловлює занепокоєння щодо незалежності науки в сучасний цифровий вік і виступає за європейський "Закон про цифровий університет" (Маекс, 2021). На думку дослідниці, цей документ має охоплювати, зокрема, питання контролю над цифровими засобами навчання та дослідження (інструменти підтримування досліджень, навчальні середовища, відео конференції тощо). Ці інструменти повинні постачатися частково на базі державних інфраструктур, а частково через співпрацю з компаніями-платформами, коли університети зберігатимуть контроль над збиранням та опрацюванням даних користувачів, а також матимуть вплив на розроблення таких інструментів. Також дослідникам і викладачам має бути забезпечено доступ до даних платформи, що надається для навчальних та дослідницьких цілей. Це мало б вирішальне значення для забезпечення впливу громадськості на формування освітньо-наукового простору та моніторинг навчальної та наукової комунікації.

В Україні також здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України), у діяльності спільних науково-дослідних лабораторій з проблем використання хмарних технологій в освіті (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Житомирський державний університет, Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди) та ін. Зокрема, на базі спільних науково-дослідних лабораторій у 2019 році розпочато педагогічний експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї», керівник експерименту – М.В. Мар'єнко (Попель), науковий консультант – М.П. Шишкіна. До складу експериментальної бази входять 5 закладів вищої педагогічної освіти, 1 заклад післядипломної педагогічної освіти, 4 заклади загальної середньої освіти (Вакалюк, Мар'єнко, 2021). Подальший розвиток даних розробок було реалізовано у межах першого етапу проекту Національного фонду досліджень України «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310) конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих вчених» за 2020 р.

В той же час, питання запровадження відкритих наукових практик в освіту вчителів залишається малодослідженими і потребують подальшого розроблення.

Мета статті. Метою статті є дослідити еволюцію засобів і технологій відкритої науки, охарактеризувати сучасний стан проблеми їхнього освітнього застосування в аспекті методичного опрацювання і проектування систем відкритої науки, визначити перспективні напрями їх запровадження в освіті вчителів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження для з'ясування стану розробленості проблеми; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей; б) емпіричні – анкетування; опитування; бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження за начальною і науковою діяльністю суб'єктів освітнього процесу, педагогічний експеримент; в) статистичні – перевірка статистичних гіпотез для аналізу та інтерпретації результатів дослідження.

В статті представлені результати другого етапу виконання проекту Національного фонду досліджень України «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310) конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих вчених» за 2020 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Хмаро орієнтовані мережні інструменти відкритого навчання та досліджень - це засоби ІКТ, які забезпечують формування та поточне обслуговування мережних електронних інформаційно-освітніх ресурсів та хмарних сервісів відкритого освітньо-наукового середовища, впровадження технологій проектування відкритої хмаро орієнтованих педагогічних систем. Найважливішими мережними інструментами відкритих систем навчання і досліджень є хмаро орієнтовані науково-освітні інформаційні мережі та інфраструктури; хмарні корпоративні інформаційні системи та сервіси; мережні електронні освітні ресурси і сервіси збирання, опрацювання і попереднього подання даних; навчальні та наукові лабораторії віддаленого доступу; мовні технології; навчальні роботи та інші (Вуков, Shyshkina, 2018).

Формування мережних інструментів систем відкритої науки відбувалося на основі використання хмаро орієнтованих засобів і технологій, у розвитку яких простежується низка етапів.

На *першому етапі*, початок якого можна пов'язати з виникненням Інтернет (1993 р.), мережні технології практично одразу починають застосовуватися для підтримання відкритого навчання і досліджень. Згідно класифікації етапів еволюції інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ), розробленої В.Ю.Биковим, перше покоління ІКМ було пов'язано з формуванням ринку ІКТ транспорту, розвитку ІКТ-аутсорсингу. Функціонально-технологічні особливості ІКМ на цьому етапі уможлилювали транспортування файлів даних і програм, функціонування сервісів електронної пошти, форумів, електронних дошок та ін. Ці мережні технології до певної міри можна було вважати інструментами підтримання відкритих досліджень, хоча це були скоріше технології, які передували формуванню мережних інструментів систем відкритої науки, найважливішими з яких стали інформаційно-освітні мережі, електронні бібліотеки, засоби управління проектами та інші, що виникли трохи пізніше. Згідно класифікації В.Ю.Бикова, їх можна віднести до другого покоління розвитку ІКМ, а саме - контентних ІКМ. Контентне наповнення ІКМ другого покоління утворюють бази даних з різних предметних галузей, інформаційні ресурси сайтів і тематичних порталів, інформаційні ресурси соціальних мереж і спільнот, контент систем е-дистанційного навчання, науково-освітні мережі, електронні бібліотеки.

Початок другого етапу у розвитку засобів і технологій систем відкритої науки можна пов'язати із 2000 р., коли у Брюсселі було розроблено документ під назвою "На шляху до Європейського дослідницького простору" (Towards a European research area), в якому викладено основні принципи його формування. У цьому документі наголошено на необхідності встановлення механізмів наукової співпраці між країнами з метою координації зусиль, ресурсів, людського капіталу для підвищення ефективності досліджень та конкурентоспроможності економіки. Європейський дослідницький простір (ERA) розуміється як «єдина відкрита для світу область, в якій наукові знання, технології та дослідники вільно циркулюють» (сайт «Європейський дослідницький простір», http://ec.europa.eu/research/era/index_en.htm). Саме існування концепції такого простору стає можливим завдяки розвитку мережних технологій підтримання наукових досліджень і співпраці.

У цей період відбуваються технологічні зміни у розвитку ІКМ. Формується наступне покоління цих мереж – сервісні ІКМ, що забезпечують надання доступу до широкого спектру мережних сервісів. Виникають перші платформи дистанційного навчання, наприклад, Moodle (2001 р.). Поряд з удосконаленням систем дистанційного навчання,

електронних бібліотек, порталів і т.ін., характерною ознакою цього періоду стає розвиток науково-освітніх інформаційних мереж, як провідних інструментів підтримання науково-освітньої взаємодії і досліджень.

Науково-освітні інформаційні мережі (НОІМ) – це автоматизовані інформаційні системи, що наповнені відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, забезпечують інформаційну підтримку освіти і науки, технологічно використовують комп'ютерну ІКТ платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів (Биков, Спірін, Шишкіна, 2015). Виникають і набувають поширення НОІМ, які підтримуються організаціями, створеними Європейським Союзом, Радою Європи та спільними зусиллями Ради Європи та ЮНЕСКО, зокрема це такі НОІМ, як EURYDICE, EUDISED і CEDEFOP (Ovcharuk, 2020).

НОІМ постійно поширюються і вдосконалюються, зростає їх різноманіття і функціональність, це відбувається за рахунок функціонально-технологічних властивостей ІКМ третього покоління, а саме – сервісних ІКМ, що забезпечують доступ до широкого спектру мережних сервісів. Удосконалюються технології електронних бібліотек, технології управління проектами, виникають і поширюються Європейські дослідницькі інфраструктури та інші сервіси, отримують подальший розвиток системи дистанційного навчання та ін.

Крім зазначених мереж, в Європі сьогодні існують численні НОІМ, що працюють на міжнародному рівні і об'єднуються з іншими загальноосвітніми і загальноєвропейськими НОІМ. Найбільш відомими і потужними з них в Європі є мережі GEANT – Європейська науково-дослідна мережа і SINSEE (Scientific Information Network South East Europe) – Науково-освітня мережа південно-східної Європи. GEANT охоплює переважну більшість університетів і наукових установ країн ЄС, об'єднана з мережею США (Abilene), науковими мережами Японії та інших країн (Биков, Спірін, Шишкіна, 2015).

Електронна дослідницька інфраструктура (research e-infrastructure) охоплює ІКТ-грунтовані сервіси і засоби для проведення досліджень, що потребують опрацювання значних обсягів даних і обчислень у віртуальних середовищах та підтримки наукового співробітництва (Биков, Спірін, Шишкіна, 2015)..

У цей період у Європейському освітньому просторі було відпрацьовано більш скоординований підхід до розвитку науково-дослідницьких мереж і інфраструктур, зокрема це виявилось у створенні Європейського форуму зі стратегій щодо науково-дослідницьких інфраструктур (European Strategy Forum on Research Infrastructures), http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri. У межах здійснення дослідницьких програм Європейського Союзу РП7 та Горизонт 2020 було здійснено понад 44 проектів, спрямованих на розвиток правової організації, управління та фінансового планування дослідницьких інфраструктур. У 2006 році була прийнята Дорожня карта формування дослідницьких інфраструктур, реалізація якої розпочалася в 2007 році. Перша доповідь щодо результатів реалізації дорожньої карти була оприлюднена у 2010, на той час вже була створена 51 дослідницька інфраструктура (Биков, Спірін, Шишкіна, 2015)..

2009 р. можна умовно вважати початком *третього етапу* розвитку засобів і технологій систем відкритої науки, що пов'язаний з виникненням і поширенням хмарних обчислень. В цей час активізувався розвиток нових е-інфраструктур для проведення досліджень в галузі передових ІКТ, а також взаємодії і співробітництва з університетським сектором і суспільством з метою розвитку виробництва, впровадження і випробування новітніх технологій у різних сферах застосування.

На цьому етапі застосовуються функціонально-технологічні властивості ІКМ четвертого покоління, а саме, адаптивних ІКМ, що забезпечують доступ до персоніфікованих мережних інфраструктур і ІКТ-сервісів.

Завдання впровадження найдосконаліших ІКТ-інструментів, таких як технології хмарних обчислень, постало у цей час одним з головних пріоритетів у галузі ІКТ для освіти, розвитку відкритої науки та освітнього простору. Про це свідчила низка урядових ініціатив з різних країн та прийняття міжнародних документів, зокрема «Цифрова програма для Європи» (Digital Agenda for Europe), 2010 р., «Європейська стратегія хмарних обчислень у Європі» (European Cloud Computing Strategy in Europe), 2012 р., згідно з якою хмарні обчислення були визнані пріоритетними напрямками, які мали значний вплив на розвиток Європейського дослідницького простору та формування ідей відкритої науки (Bykov, Shyshkina, 2018).

Основні риси парадигми відкритої науки як однієї з фундаментальних концепцій розвитку ЕРА були визначені в деяких міжнародних документах.

Зокрема, у 2013 році Європейська комісія опублікувала концептуальний документ «Цифрова наука в HORIZON 2020», (Digital Science in HORIZON 2020), в якому викладені основні принципи бачення питань розвитку науки у світлі вдосконалення цифрових технологій, зокрема, хмарної, завдяки реалізації дослідницької програми HORIZON 2020.

У 2015 році було розроблено концептуальний документ «Відкрита наука», (Open Science, 2015), який визначив п'ять основних пріоритетів відкритої науки: Відкритий доступ; Відкриті дані; Відкриті методи; Відкрита освіта; Відкрите оцінювання.

2016 р. визначає початок *четвертого етапу* розвитку засобів і сервісів відкритої науки, він пов'язаний з формуванням Європейської хмари відкритої науки.

З метою реалізації Пріоритетів відкритої науки у 2016 році Європейська Комісія розробила документ під назвою «Європейська хмарна ініціатива - побудова конкурентоспроможної економіки даних та знань у Європі» (The European Cloud Initiative - Building a Competitive Data and Knowledge Economy in Europe).

Як визначено на веб-сайті, присвяченому цій ініціативі, він забезпечить європейську науку, промисловість та державні органи інфраструктурою даних світового класу для зберігання та управління даними; він полягає у забезпеченні високошвидкісного зв'язку для транспортування даних; і все більш потужні високопродуктивні комп'ютери для обробки даних, що дозволяє повною мірою використовувати переваги великих даних. Це дозволяє безперешкодно переміщати, обмінюватися та повторно використовувати дані через глобальні ринки та кордони, а також між різними установами та науковими дисциплінами (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-cloud-initiative>). Все це дозволить отримати дані, отримані в ході дослідження, максимально відкритими, доступними для тих, хто може використовувати їх для досліджень, розробок, інновацій, створення нових галузей тощо (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-cloud-initiative>).

Провідною ідеєю цієї ініціативи було формування Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC). Як платформа для реалізації Європейської хмарної ініціативи вона мала надати віртуальне середовище для

зберігання, обміну та повторного використання великих обсягів даних, що породжувалися революцією «великих даних», і об'єднати потужності основних пан-Європейських дослідницьких інфраструктур, таких як EGI, EUDAT CDI, INDIGO-DataCloud та інші (Bykov, Shyshkina, 2018).

14 березня 2018 року Європейська Комісія уклала документ «Дорожня карта реалізації Європейської хмари відкритої науки» (European Open Science Cloud Implementation Roadmap) із закликом до Європейської наукової спільноти щодо впровадження хмарної ініціативи. Метою цього документа було визначити основні напрями досліджень з управління даними, формування "науки, керованої даними".

Питання визначення принципів, що регулюють формування EOSC; створення бізнес-моделей її забезпечення; питання сумісності та доступності даних, їх придатність для повторного використання розглядаються в цьому документі як найбільш актуальні. Крім того, актуальним є питання визначення основних служб, необхідних для збору та організації обробки даних FAIR та пов'язаних з ними дослідницьких продуктів, які мають бути доступними через платформи послуг (Bykov, Shyshkina, 2018).

21 листопада 2018 р. було оприлюднено документ «Підтримка практичної реалізації EOSC» (Prompting an EOSC in practice).

26 листопада 2018 р. – документ «Перетворення принципів FAIR у дійсність» (Turning FAIR into Reality).

Ці документи ознаменували втілення в життя намірів щодо створення Європейської хмари відкритої науки і 23 листопада 2018 р. вона була запущена в дію.

Таким чином, хмарні сервіси, хмарні платформи та загалом хмаро орієнтовані системи постають провідними інструментами підтримання процесів відкритих наукових досліджень, навчання та комунікації з урахуванням пріоритетів відкритої науки. Ефективність застосування хмарних обчислень, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки, при підтримці цих процесів видається надзвичайно важливою. Хмарні платформи найбільше підходять для завдань інтеграції та агрегування значної кількості різноманітних сервісів, якщо це необхідно для цілей відкритої науки. Існує необхідність інтегрування в освітньо-наукове середовище закладів освіти різноманітних засобів інформаційно-технологічної підтримки, таких як наукові та освітні інформаційні мережі і інфраструктури, корпоративні мережні інструменти та сервіси опрацювання даних, наукового співробітництва, комунікації, мовні технології, інтелектуальні освітні агенти та роботи, бази даних і знань тощо. Таким чином, розроблення методологічних і концептуальних засад, принципів проектування та розробки, моделювання та розроблення хмаро орієнтованих методичних систем відкритої науки є першочерговими питаннями, що потребують подальшого опрацювання і обговорення.

ОБГОВОРЕННЯ

Проведене дослідження свідчить, що хмаро орієнтовані засоби і технології відкритої науки, зокрема Європейської хмари відкритої науки, є перспективним предметом досліджень, що потребує подальшого науково-методичного опрацювання. Проблема запровадження практик відкритої науки в освіту на різних її рівнях активно розробляється в Україні і за рубежом, зокрема, у процесі навчання майбутніх та молодих науковців.

Невирішені раніше частини проблеми стосуються розроблення методології і методик використання сервісів відкритої науки, зокрема Європейської хмари відкритої науки, в освітньому процесі і впровадження їх у процес підготовки вчителів. Європейська хмара відкритої науки офіційно запущена в дію 23.11.2018, тому визначення шляхів використання її сервісів в освітньому процесі є недостатньо вивченим, актуальним завданням, що потребує осмислення і опрацювання.

Цільовою групою даного запровадження мають бути вчителі, а також майбутні вчителі. Методики використання сервісів мають бути розроблені для цих груп. Тим часом, запровадження інновацій у процес навчання саме цих цільових груп є запорукою поширення їх на інші ланки освіти. Крім того, методологічні принципи, підходи, загальні засади використання технологій відкритої науки можна розглядати і більш широко, охопивши і інші цільові групи.

Реалізувати дослідження доцільно у закладах вищої педагогічної та післядипломної педагогічної освіти. Одним із кінцевих результатів постає саме хмаро орієнтована методична система відкритої науки, спроєктована із використанням сервісів і технологій, що щойно виникли і продовжують формуватися нині. Саме їх освітнє опрацювання і має бути внеском дослідження, це не було розглянуто раніше.

Запровадження інноваційних форм і методів відкритої науки у процес навчання і наукових досліджень сприятиме розвитку ІКТ-компетентностей вчителів, зокрема, навичок здійснення наукових досліджень у співробітництві, застосуванню хмаро орієнтованих засобів і сервісів подання і опрацювання даних, розширенню частки дослідницького підходу у навчанні, поширенню кращих практик відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі.

Завдяки використанню хмарних сервісів відкритої науки можна сформувати у закладі освіти поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати навички колективної роботи над навчальними проектами, модерувати спільну роботу студентів та викладачів, ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організувати час і наявні ресурси. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього вчителя, у відповідності до сучасних вимог інформаційного суспільства. У створеному середовищі можна застосовувати інноваційні методи навчання, зокрема, методи дослідницького навчання, навчання у співробітництві, проєктного навчання. Виникає більше можливостей для студента або слухача взяти участь у дискусії, звернутися зі своїми питаннями до викладача або до інших членів групи, активно залучитися до здійснення наукової діяльності. Він має персоналізований доступ до навчальних і дослідницьких ресурсів, а також може брати участь у колективній роботі з ними, в залежності від тих цілей, які будуть поставлені.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У формуванні засобів і сервісів відкритої науки доцільно виокремити низку етапів їх еволюції. Перший етап: виникнення і поширення мережних інструментів підтримання наукових досліджень у відкритому науковому просторі; другий етап: формування і розвиток науково-освітніх мереж і інфраструктур, інших мережних інструментів відкритого

навчання і досліджень; третій етап: запровадження адаптивних хмаро орієнтованих мереж і інфраструктур; четвертий етап: формування і використання Європейської хмари відкритої науки. На кожному з етапів виникали і реалізовувалися інноваційні підходи освітнього опрацювання нових технологій, методи і методики запровадження їх у процес навчання і наукових досліджень, формування відкритих освітньо-наукових систем.

Застосування технологій відкритої науки, що охоплюють європейські дослідницькі інфраструктури; наукові та освітні мережі; хмарні сервіси збирання, подання і опрацювання даних, а також сервіси європейської хмари відкритої науки є актуальним та перспективним напрямком розвитку та модернізації педагогічних систем вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. Інтеграція ресурсів та сервісів у єдине, хмаро орієнтоване середовище сприяє не лише підвищенню ефективності доступу до необхідних інструментів; це дозволяє використовувати передові технології навчання, засоби обробки великих даних та інші джерела відкритої освіти та науки. Використання хмарних технологій для побудови IT-інфраструктури забезпечує продуктивність та ефективність навчання та наукових досліджень.

Європейська хмара відкритої науки є наочним прикладом того, як можна використовувати сервіси науково-освітніх мереж і інфраструктур на єдиній основі, тоді як ці сервіси стають більш доступними, масштабованими та універсальними завдяки властивостям хмарних технологій. У той же час для підтримки наукової співпраці не менш важливо використовувати також корпоративні інформаційні та комунікаційні платформи та мережі. Тому питання моделювання та проектування хмаро орієнтованих методичних систем відкритої науки в освіті вчителів та їх апробація відповідно до сучасних тенденцій міжнародного співробітництва Європейського дослідницького простору та пріоритетів відкритості науки постає актуальним завданням.

Перспективою подальших досліджень є теоретичне обґрунтування, розроблення та широка апробація методик та методичних систем проектування і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки і їх запровадження в освіту вчителів, створення методичних рекомендацій щодо формування на цій основі високотехнологічного середовища навчання та наукових досліджень закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

Список використаних джерел

1. Биков В.Ю. *Моделі організаційних систем відкритої освіти*: монографія. Київ: Атика, 2009. 684 с.
2. Биков В.Ю., Спирін, О.М., Шишкіна, М.П. Корпоративні інформаційні системи підтримання науково-освітньої діяльності на базі хмаро орієнтованих сервісів. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти*. 2015. №43 (2) (47). С. 178-206.
3. Вакалюк, Т. А., Мар'єнко, М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. №81(1). С. 340-355. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225>
4. Кузьмінська, О. Г., Волошина, Т. В., Саяпіна, Т. П. Технології навчання в умовах інноваційно-орієнтованого освітнього середовища: компетентнісний підхід та освітні комунікації. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: Педагогіка, психологія, філософія. 2016. №253. С. 134-143.
5. Литвинова С. Г., Спирін О. М., Анікіна Л. П. *Хмарні сервіси Office 365*. Київ: Компрінт, 2015. 170 с.
6. Литвинова С. Г. *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу*: монографія. Київ: Компрінт, 2016. 354 с.
7. Носенко Ю. Г., Попель М. В., Шишкіна М.П. *Хмарні сервіси і технології у науковій і педагогічній діяльності*: Методичні рекомендації. Київ, 2016. 79 с. <http://lib.iitta.gov.ua/706199/>
8. Allen C., Mehler D. M. Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond. *PLoS biology*. 2019. №17(5), e3000246. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000246>
9. Vykov 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. №68(6). <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>
10. Glazunova O. G., Kuzminska O. G., Voloshyna T. V., Sayapina T. P., Korolchuk V. I. E-environment based on Microsoft Sharepoint for the organization of group project work of students at higher education institutions. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 62(6). С. 98-113. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837>
11. Harefa N., Silalahi N. F. D., Sormin E., Purba L. S. L., Sumiyati S. The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2019. №11(2). С. 24-30.
12. Ovcharuk O., Ivaniuk I., Soroko N., Gritsenchuk O., Kravchyna O. The use of digital learning tools in the teachers' professional activities to ensure sustainable development and democratization of education in European countries. *E3S Web of Conferences*, 2020. Vol.166, 10019. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/26/e3sconf_icsf2020_10019/e3sconf_icsf2020_10019.html
13. Mirowski, P. The future (s) of open science. *Social studies of science*. 2018. № 48(2). С. 171-203.
14. Maex, K.I.J. Digital University Act.pdf. University of Amsterdam / Amsterdam University of Applied Sciences. Presentation. 2021. <https://doi.org/10.21942/uva.13553825.v1>
15. Open Science. Policy Brief, December 2015. ERA Portal, Austria. 2015. file:///C:/Users/admin/Downloads/ERA_Open_Science_POLICY_BRIEF_December_2015.pdf .
16. Ratnam K. A., Sanghrjka M., Su I., Pawar A., Choo R. (2017). Innovating teaching & learning practices with technology integration frameworks: A case on Asia Pacific University of Technology & Innovation on the adoption of Office 365 education platform & Cortana intelligence suite for education. *Proceedings of Microsoft Academic Conference for Higher Education*. 2017. № 8(1).

References

1. Vykov, V. (2009). Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity [Models of Organizational Systems of Open Education]. Kyiv: Atika [In Ukrainian].

2. Вуків, В., Спирин, О. & Шышкіна, М. (2015). Корпоративні інформаційні системи підтримання науково-освітньої діяльності на базі хмаро орієнтованих сервісів [Corporate information systems supporting scientific and educational activities based on cloud-based services]. *Problems and prospects of formation of the national humanitarian and technical elite*, 43 (47), Part.2, 93-121 [In Ukrainian].
3. Vakaliuk, T. A., & Marienko, M. V. (2021). Dosvid vykorystannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky v protsesi navchannia i profesiinoho rozvytku vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv. *Information Technologies and Learning Tools*, 81(1), 340-355. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225>
4. Kuzminska, O. H., Voloshyna, T. V., & Sayapina, T. P. (2016). Teknologiyi navchannya v umovax innovacijno-oiyentovanoho osvithnoho seredovyssha: kompetentsnisnyj pidxid ta osvithni komunikaciyi. *Naukovyj visnyk Nacional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Pedahohika, psyholohiya, filosofiya*, (253), 134-143.
5. Lytvynova, S. H., Spirin, O. M., Anikina, L. P. (2015). Khmarni servisy Office 365. [Office 365 cloud services]. Kiev. : Comprint [In Ukrainian].
6. Lytvynova S. H. (2016). Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyssha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Designing a cloud-oriented educational environment of a comprehensive educational institution]: a monograph. Kyiv: Comprint [In Ukrainian].
7. Nosenko Yu. H., Popel M. V., Shyshkina M.P. (2016). Khmarni servisy i tekhnolohii u naukovii i pedahohichnii diialnosti. [Cloud services and technologies in scientific and pedagogical activity], Kyiv, <http://lib.iitta.gov.ua/706199/> [In Ukrainian].
8. Allen C, Mehler DMA (2019). Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond. *PLoS Biol*, 17(5): e3000246. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000246>
9. Bykov, V., Shyshkina, M. (2018). 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. №68(6). <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>
10. Glazunova, O. G., Kuzminska, O. G., Voloshyna, T. V., Sayapina, T. P., & Korolchuk, V. I. (2017). E-environment based on Microsoft Sharepoint for the organization of group project work of students at higher education institutions. *Information Technologies and Learning Tools*, (62,№ 6), 98-113. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837>
11. Harefa, N., Silalahi, N. F. D., Sormin, E., Purba, L. S. L., & Sumiyati, S. (2019). The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(2), 24-30.
12. Ovcharuk, O., Ivaniuk I., Soroko, N., Gritsenchuk, O. & Kravchyna O. The use of digital learning tools in the teachers' professional activities to ensure sustainable development and democratization of education in European countries. *E3S Web of Conferences*, 2020. Vol.166, 10019. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/26/e3sconf_icsf2020_10019/e3sconf_icsf2020_10019.html
13. Mirowski, P. (2018). The future (s) of open science. *Social studies of science*, 48(2), 171-203.
14. Maex, K.I.J. (2021): Digital University Act.pdf. University of Amsterdam / Amsterdam University of Applied Sciences. Presentation. <https://doi.org/10.21942/uva.13553825.v1>
15. Open Science. (2015). Policy Brief, December 2015. ERA Portal, Austria. 2015. file:///C:/Users/admin/Downloads/ERA_Open_Science_POLICY_BRIEF_December_2015.pdf.
16. Ratnam, K. A., Sanghrajka, M., Su, I., Pawar, A., & Choo, R. (2017). Innovating teaching & learning practices with technology integration frameworks: A case on Asia Pacific University of Technology & Innovation on the adoption of Office 365 education platform & Cortana intelligence suite for education. *Proceedings of Microsoft Academic Conference for Higher Education*. 8(1).

EVOLUTION OF TOOLS AND TECHNOLOGIES OF CLOUD-BASED OPEN SCIENCE SYSTEMS DESIGN IN EDUCATION

Mariya Shyshkina

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine

Abstract. The article describes the main stages of the evolution of tools and technologies for cloud-based open science systems design in education, outlines the current state of the problem, identifies promising areas of research.

Formulation of the problem. The value of the research is due to the need to increase the level of ICT competence of teachers of general secondary education in Ukraine in terms of developing skills of using cloud services of open science, acquainting them with the methodology of using services of this type in the educational process.

Materials and methods. To achieve the goal of the work the research methods were used: a) theoretical - analysis of psychological and pedagogical literature on the problem of research; generalization of domestic and foreign experience; theoretical analysis, systematization and generalization of scientific facts and laws b) empirical - questioning; poll; conversations with participants of educational and scientific environment; pedagogical observations on the initial and scientific activity of the subjects of the educational process.

Results. The paper substantiates that the introduction of cloud-based systems of open science in the process of training and professional development of teachers is a promising area of scientific education of teachers, which requires improvement of methodology and methods of using open science tools and services, introduction of innovative forms and methods in learning and research, development of ICT competencies of teachers, in particular, skills of research in cooperation, based on the use of cloud-based tools and services to support research and data processing, expanding the share of investigative approach in teaching, dissemination of best practices of open science in the domestic educational space.

Conclusions. The evolution of open science tools and services covers a number of stages: the formation and development of scientific and educational information networks and infrastructures; movement towards their unification and integration; the emergence of the European open science cloud and the introduction of best practices for its educational use. There is a need to substantiate and implement specially developed methods for designing cloud-based open science systems in teachers' education to increase activity and motivation for research, improve their effectiveness, develop ICT competence in the use of cloud technologies.

Keywords: cloud services, evolution, open science, collaboration, educational environment, teachers.

