



DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-4-012

УДК 378.091.31:004.9

**ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ  
ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ  
ВІДКРИТОЇ НАУКИ  
У ПРОЦЕС НАВЧАННЯ ВЧИТЕЛІВ  
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

Марія ШИШКИНА ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна  
shyshkina@iitlt.gov.ua  
<http://orcid.org/0000-0001-5569-2700>**PROSPECTIVE WAYS OF USING  
CLOUD-BASED SYSTEMS OF OPEN SCIENCE  
IN THE PROCESS OF TEACHERS  
OF NATURAL-MATHEMATICAL SUBJECTS  
TRAINING**

Mariya SHYSHKINA ✉

Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine  
shyshkina@iitlt.gov.ua  
<http://orcid.org/0000-0001-5569-2700>**АНОТАЦІЯ**

У роботі охарактеризовано перспективні шляхи запровадження і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у середовищі навчання і підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

**Формулювання проблеми.** Науково-методичне опрацювання і розвиток методології використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів спрямоване на підвищення рівня їхньої ІКТ компетентності, поліпшення навичок опанування найбільш сучасними ІКТ.

**Матеріали і методи.** Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз науково-методичної, психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей б) емпіричні – бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження; анкетування; тестування.

**Результати.** У роботі обгрунтовано, що методично виважене та доцільне запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання і професійного розвитку вчителів сприятиме поліпшенню рівня організації освітнього процесу, підвищенню його якості завдяки використанню найсучасніших ІКТ, більш активному використанню інноваційних форм, засобів і технологій у процесі підвищення кваліфікації вчителів; підвищенню рівня їх ІКТ-компетентності.

**Висновки.** Запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес підвищення кваліфікації вчителів – методично доцільний напрямок удосконалення наукової освіти вчителів, це сприятиме ширшому запровадженню актуального освітнього контенту і найсучасніших технологій у процес навчання. Перспективними шляхами їх запровадження є такі, як: підтримувannya групової роботи і проектно-орієнтованого навчання; збирання, опрацювання, подання і візуалізації даних у процесі здійснення наукових і науково-навчальних досліджень; опрацювання великих даних; розв'язання різноманітних спеціальних задач дослідження, як в індивідуальному, так і колективному режимі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** хмарні сервіси; відкрита наука; професійний розвиток; вчителі.

**ABSTRACT**

The work describes promising ways of introducing cloud-oriented systems of open science in the process of training and professional development of teachers of natural and mathematical subjects.

**Formulation of the problem.** The scientific and methodological study and development of the methodology for using cloud-based open science systems in the process of training and professional development of teachers is aimed at increasing the level of their ICT competence, improving the skills of mastering the most modern ICT.

**Materials and methods.** To achieve the goal of the work, general scientific methods were used: a) theoretical - analysis of scientific and methodological, psychological and pedagogical literature on the problem of research; generalization of domestic and foreign experience; theoretical analysis, systematization and generalization of scientific facts and patterns b) empirical - conversations with participants in the educational and scientific environment; pedagogical observations; questioning; testing.

**Findings.** The paper substantiates that methodically balanced and expedient introduction of cloud-oriented systems of open science in the process of training and professional development of teachers will contribute to improving the level of organization of the educational process, improving its quality through the use of the most modern ICT, more active use of innovative forms, tools and technologies in the process of teacher training; improving their ICT competence.

**Conclusions.** The introduction of cloud-based open science systems in the process of teacher training is a methodically expedient direction for improving the scientific education of teachers, this will contribute to the wider introduction of relevant educational content and the most modern technologies in the learning process. Promising ways of their implementation are such as: supporting group work and project-oriented learning; storage, processing, presentation and visualization of data in the process of scientific and scientific-educational research; big data processing; solving various special research tasks, both in the individual and collective mode.

**KEYWORDS:** cloud services; open science; professional development; teachers.

**ВСТУП**

**Постановка проблеми.** У сучасному інформаційно освітньому просторі хмаро орієнтовані системи відкритої науки постають одним із провідних трендів. Ці ІКТ забезпечують підтримувannya таких інноваційних форм організації, як навчання та дослідження у співробітництві за рахунок спільного доступу до ІКТ-середовища і програмного забезпечення для вирішення завдань; адаптивні хмаро орієнтовані системи опрацювання даних, зокрема, великих даних; адаптивні хмаро орієнтовані платформи навчання і досліджень, розгорнуті на базі закладів освіти або їх окремих одиниць; науково-

**Для цитування:**

Шишкіна М. Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 4. С. 79-83. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-4-012

Шишкіна, М. (2023). Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*, 38(4), 79-83. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-012>

**For citation:**

Shyshkina, M. (2023). Prospective ways of using cloud-based systems of open science in the process of teachers of natural-mathematical subjects training. *Physical and Mathematical Education*, 38(4), 79-83. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-012>

Shyshkina, M. (2023). Perspektivni shliakhy zaprovadzhennia khmaro orientovanykh system vidkrytoї nauky u protses navchannia vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv [Prospective ways of using cloud-based systems of open science in the process of teachers of natural-mathematical subjects training]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(4), 79-83. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-4-012>

освітні інформаційні мережі, платформи та інфраструктури, зокрема Європейська хмара відкритої науки (EOSC); хмарні сервіси і електронні ресурси навчально-наукового призначення, що є доступними для використання. Найважливішим завданням є підготовка педагогічних кадрів, адже саме вони є рушійною силою цифровізації освіти. Активне впровадження хмаро орієнтованих наукових сервісів і систем відкритої науки, хмарних інструментів нового покоління є одним із перспективних напрямів підвищення ІКТ-компетентності вчителів та модернізації навчально-дослідницького середовища. Тому в освіті сучасного вчителя мають бути представлені не лише технології відкритого навчання, а й відкритої науки, які сьогодні є невід'ємною частиною адаптивного, персоналізованого середовища нового часу. Проблема підвищення ІКТ-компетентності педагогічних кадрів постає в контексті запровадження ІКТ відкритої науки. Ця багатообіцяюча тенденція стосується проектування та застосування відкритих наукових систем як нового етапу розвитку хмаро орієнтованих систем.

В інформаційно-освітньому середовищі існують нові моделі організації навчальної діяльності, які базуються на інноваційних технологічних рішеннях щодо проектування середовища, серед яких значну роль відіграють апаратно-програмні засоби адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, хмарні рішення.

Питання адаптації і налаштування засобів та сервісів інформаційно-технологічного освітнього середовища до потреб користувачів з метою максимальної реалізації педагогічного потенціалу використання найсучасніших ІКТ, зокрема, хмарних, поліпшення результатів навчання, а також удосконалення процесу науково-дослідної діяльності вчителів, розвитку навичок спільної роботи, потребує запровадження інноваційних підходів. Ці підходи мають забезпечити найбільш доцільні способи організації доступу до програмного забезпечення навчального призначення, зокрема, на базі хмаро орієнтованих підходів, що належать до провідних моделей організації інфраструктури освітнього середовища, а також постають каталізатором запровадження інноваційних методів і підходів в освітню практику.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення ефективності і результативності розвитку ІКТ компетентності вчителів за рахунок ширшого використання у процесі навчання засобів і технологій відкритої науки, зокрема із використанням хмаро орієнтованих рішень. Запровадження хмаро орієнтованих систем та сервісів відкритої науки є суттєвою передумовою підвищення кваліфікації, підготовки і перепідготовки вчителів для активної професійної діяльності і самореалізації у високотехнологічному суспільстві, використання інноваційних методик і засобів навчання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Хмарні інструменти трансформували навчальне середовище, уможливили масову обробку даних, спільне використання результатів досліджень, більшу масштабованість обчислювальних потужностей і сервіс-орієнтовану архітектуру. Даний підхід забезпечує відкрите, спільне, проектно-орієнтоване навчання. В Інституті цифровізації освіти НАПН України були розроблені засадничі підходи, що визначають формування моделей відкритої освіти (Биков, 2008). Результати досліджень утворюють теоретико-методологічний фундамент для подальших робіт з розвитку систем відкритої науки поряд з широким впровадженням і використанням цих підходів у всіх ланках системи освіти.

Методологія, спрямована на реалізацію загальних принципів відкритої науки, таких як відкритий доступ, відкриті дані, відкриті методи дослідження, відкрита комунікація та відкрите оцінювання (Open Science, 2015), потребує подальшого впровадження у сфері освіти. Для реалізації цих принципів слід використовувати хмаро орієнтовані підходи, основними особливостями яких є гнучкість і масштабованість ІТ інфраструктури, що призводить до значно вищої ефективності їх реалізації (Vykov & Shyshkina, 2018).

Науково-методичне опрацювання проблем формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища потребує подальшого розвитку в контексті пріоритетів відкритої науки (Vykov & Shyshkina, 2018), (Marienko, 2021). Зокрема, в аспекті застосування потужних платформ для зберігання та опрацювання обсягів наукових даних, а також гнучкого вибору та масштабування комп'ютерних потужностей. Використання хмарних платформ у поєднанні з сервісами комунікації створює набагато більше можливостей для функціонування віртуальних наукових колективів (Vykov et al., 2020). Ці тенденції були значно посилені впливом періоду пандемії, при цьому змішане та дистанційне навчання та дослідницькі процеси набирали масового прийняття та використання (Krylova-Grek & Shyshkina, 2021).

Узагальнюючи досвід використання хмаро орієнтованих інструментів відкритої науки для підтримання процесів комунікації, спільної роботи, адаптивного управління контентом, створення і використання електронних ресурсів і сервісів у ході освітньо-наукового співробітництва у віртуальних колективах, можна стверджувати, що цей досвід може бути корисним для подальшого запровадження у вітчизняному освітньо-науковому просторі, зокрема, в освіті вчителів.

В Україні вже почали робити перші кроки щодо впровадження підходів відкритої науки у підготовку науково-педагогічних і педагогічних кадрів (Marienko, 2021). Даний підхід до проектування освітніх систем навчання наразі стає все більш популярним, бо чудово себе показує у формуванні навичок дослідницької діяльності, у навчанні молодих науковців. Тому дослідження перспективних шляхів подальшого розвитку у цій сфері, визначення напрямів розроблення і запровадження методичних підходів до поглибленого опанування вчителями практик відкритої науки і відповідних їм сервісів є вельми актуальними.

**Мета статті.** Метою статті є обґрунтування перспективних шляхів запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у середовище навчання і підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз технічної літератури з проблеми дослідження; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей б) емпіричні – бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження; анкетування; тестування.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами аналізу вітчизняних і зарубіжних досліджень останніх років визначено хмаро орієнтовані інструменти відкритої науки, що потребують більш широкого впровадження у процес підвищення кваліфікації вчителів

(Marienko & Shyshkina, 2022). Серед них, зокрема, хмаро орієнтовані системи підтримання діяльності віртуальних навчальних/наукових колективів, групової роботи, що роблять доступними для спільного використання гнучко організований пул електронних ресурсів та інші. Причому в освітньо-науковому середовищі можуть бути використані сервіси як корпоративної, так і загальнодоступної хмари. Зокрема, завдяки залученню в освітній процес хмаро орієнтованих платформ, розгортання на них різних типів корпоративних хмарних сервісів вдається створювати спеціалізовані середовища, які найбільшою мірою орієнтовані на розв'язання певних типів задач. Для цього може не існувати готових загальнодоступних сервісів, тоді як корпоративне хмаро орієнтоване середовище можна адаптовувати, налаштовувати і орієнтувати на будь-які типи задач, які виникають у практиці досліджень. Це дає найбільш широкі можливості для створення унікальних авторських методик і методичних систем для розв'язання спеціальних задач. За допомогою запровадження хмаро орієнтованих систем, спрямованих на підтримання практик відкритої науки, можна досягти позитивних змін у здійсненні навчальної і наукової діяльності вчителів, поліпшити її якісні і кількісні показники, впроваджувати нові форми і моделі її організації. Для підтримання розгортання корпоративних хмаро орієнтованих систем у закладі освіти доцільно застосовувати такі платформи, як, наприклад, MS Azure, AWS або інші (Bykov et al., 2020). Досвід їх використання, зокрема, у проєкті «Освітній академічний портал інтеграції ІТ в освіту» EDUPORT, що виконується за участі Інституту цифровізації освіти НАПН України свідчить, що це позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності.

Європейська хмара відкритої науки (EOSC) потребує окремої уваги у плані удосконалення як змістового, так і технологічного компонентів методичного забезпечення процесу підвищення кваліфікації вчителів. Це пан-Європейська інфраструктура, що об'єднує електронні ресурси і сервіси, розроблені в межах Європейських дослідницьких проєктів і не лише їх, класифікованих відповідно до наукових галузей і видів діяльності. Інструментарій, розміщений на порталі EOSC, є досить різноманітним, перелік сервісів значний. На порталі надано чіткі інструкції щодо реєстрації, навігації, пошуку сервісів, налаштування, отримання доступу. Методики використання сервісів Європейської хмари відкритої науки, зокрема і розроблені у (Marienko, 2021) в освітньо-науковому процесі потребують подальшого розвитку і впровадження. Необхідно надавати підтримку вчителям щодо впровадження нових практик.

Хмара відкритої науки (EOSC) об'єднує Європейські дослідницькі інфраструктури (у тому числі електронні інфраструктури програм/проєктів ESFRI) у єдиний віртуальний освітньо-науковий простір, у якому кожному досліднику-користувачеві EOSC (як індивідуальному, так і колективному, окремій дослідницькій інфраструктурі, консорціуму тощо) надається доступ до:

- всіх наявних наукових даних, отриманих у проєктах Європейського Союзу, що здійснювались за державний кошт (каталог даних);
- до відомостей про доступні сервіси та потужності дослідницьких е-інфраструктур (каталог сервісів);
- до інформації про існуючі дослідницькі інфраструктури, про наявні програми і проєкти, про діючі консорціуми, що вже існують чи створюються (каталог дослідницьких інфраструктур).

Розглянемо приклади добору і використання сервісів EOSC на прикладі тих, що могли б бути корисними у навчанні вчителів предметів природничо-математичного циклу.

Портал EOSC (<https://eosc-portal.eu/>) – це Європейський хаб даних досліджень, з уніфікованим доступом до єдиної системи інструментів та сервісів для інновацій та освіти. Він містить такі рубрики, як Публікації; Дані; Програмне забезпечення; Сервіси; Джерела даних; Навчання; Рекомендації з сумісності; Пакети; Інше. Якщо обрати пункт меню «Сервіси», зліва виникає вкладка «Фільтри». Сервіси можна обирати за фільтрами в залежності від категорій. Наприклад, категорія «Етапи дослідження» містить такі мітки, як «Відшукати результати досліджень», «Обробка і аналіз», «Управління даними досліджень», «Доступ до обчислювальних ресурсів і простору для зберігання»; «Доступ до дослідницьких інфраструктур»; «Публікація результатів досліджень»; «Доступ до навчальних матеріалів»; «Знайти інструменти і обладнання». Наступна вкладка охоплює фільтри доступу до сервісів, можна обрати «Вільний доступ», тоді будуть обрані лише вільно поширювані сервіси, нарешті вкладка «Наукові галузі» встановлює фільтри по галузях, де можна обрати ті типи сервісів, що підходять для конкретних предметів. У цій категорії можна обрати «Природничі науки» (наразі у наявності 34 сервіси, доступних для використання); «Інженерія і технології» (12 сервісів) та інші. У переліку немає окремо галузі «Математика», тому, щоб підшукати необхідні ресурси, знову переходимо в основний каталог і набираємо «Математика» у стрічці пошуку. Висвітлюється 460 пунктів програмного забезпечення, наявні у вільному доступі (Рис.1).

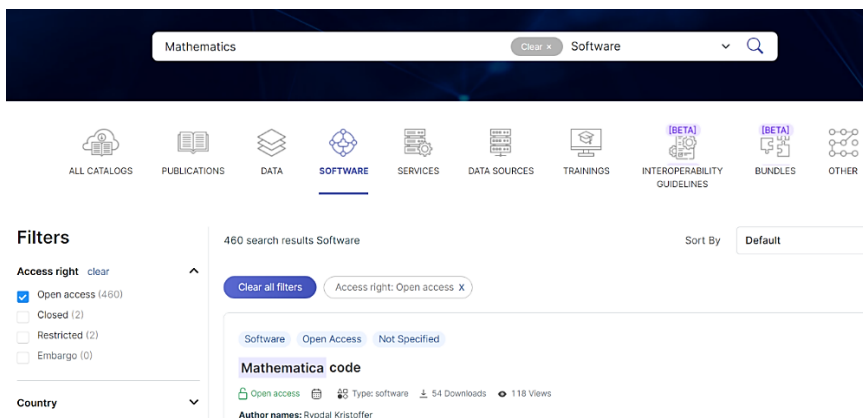


Рис. 1. Зразок запиту щодо добору сервісів за галузю «Математика»

Зважаючи на існування різних моделей використання хмарних сервісів, варто звернути увагу на виважений вибір найбільш доцільного рішення, яке підходить для кожного випадку, для конкретної ситуації, як для колективного, так і індивідуального користувача. Вибір моделі SaaS (програмне забезпечення як сервіс) у цьому відношенні може бути обґрунтований тим, що ці сервіси є найбільш доступними, хоча і потребують ретельного аналізу ринку та педагогічно виваженого вибору програмного додатку, за допомогою якого можна було б досягти потрібних навчальних або наукових цілей. Ці засоби можуть бути задіяні як у діяльності окремого вчителя, так і в індивідуальній або колективній роботі проєктної команди. Зокрема, для підтримування роботи віртуального наукового/навчального колективу може бути використане програмне забезпечення пакету програм MS Office 365, що є безкоштовним для використання у закладах освіти. До складу цього пакету програм входить сервіс MS Teams, який дозволяє створювати в цьому середовищі проєктні або навчальні групи, додавати до нього необхідні сервіси, створювати і зберігати електронні ресурси.

У Європейській хмарі відкритої науки є у наявності програмне забезпечення навчального призначення різних типів, яке може бути використано, наприклад, у навчанні математики. Але можна добирати сервіси не лише в EOSC. Тим більше, якщо вони відповідають вимогам функціональності і вільнопоширюваності. Для вчителів предметів природничо-математичного циклу може бути корисним хмарний сервіс CoCalc. Це програмне забезпечення для здійснення числових обчислень та символічних перетворень, а також візуалізації математичних співвідношень і закономірностей у даних, що є доступним як хмарний сервіс (Popel, 2018).

Для роботи з CoCalc необхідно опанувати початкові навички, які набуваються на підготовчій стадії до використання цього сервісу, а саме – вміти зареєструватися і авторизуватися в системі; навчитися створювати освітні ресурси; працювати з листами sagews (включаючи найпоширеніші режими, на основі мов: LaTeX, Python, HTML); вбудувати відео, аудіо, анкети, графічні файли в ресурси sagews; спілкуватися в чатах навчальних ресурсів і в ресурсі sage-chat; працювати з навчальним ресурсом типу tex; завантажувати нові ресурси з електронних носіїв. На наступному етапі необхідно буде опанувати навички реалізації науково-дослідних проєктів та навчально-наукових проєктів з використанням CoCalc (Popel, 2018).

Окремим аспектом технологізації типів науково-педагогічної діяльності є відбір та систематизація засобів інформаційних технологій, що придатні для використання на кожному з етапів дослідження. Відбір та застосування кожного конкретного засобу потребує науково-методичного опрацювання. Практичне значення має у цьому аспекті виявлення, аналіз, опис та характеристика засобів, які існують на наш час для підтримування тих чи інших дій. Проте, практично неможливо охопити в одній роботі багатомірний спектр комп'ютерних технологій експерименту, що постійно розвиваються і вдосконалюються. Зокрема, у дослідженні (Marienko & Shyshkina, 2022) сервіси Європейської хмари відкритої науки було класифіковано і дібрано відповідно до основних етапів наукового дослідження, таких як пошук наукових джерел; подання, візуалізація і опрацювання даних; підтримування спільної роботи проєктної групи; використання сервісів великих даних; поширення і обговорення результатів.

Методи навчання, що доцільно застосовувати у хмаро орієнтованому середовищі у процесі підготовки педагогічних кадрів: пояснювально-ілюстративний; засвоєння практичних знань; частково-пошуковий; проблемний; дослідницький.

Форми навчання у хмаро орієнтованому освітньо-науковому середовищі: робота в групах; лекції; факультативи; тренінгові заняття; практичні і лабораторні роботи; самостійна робота; семінари, вебінари, web-конференції, пояснення і індивідуальні консультації; робота у навчальних і дослідницьких мережних проєктах.

Серед інноваційних форм навчання, що можуть бути реалізовані лише у хмаро орієнтованому середовищі, доцільно застосовувати комбінований тренінг, в якому поєднуються очна і дистанційна форми роботи.

Засоби формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища: хмаро орієнтовані платформи і сервіси (Google Apps for Education; Microsoft Office 365; спеціалізоване SaaS (CoCalc або ін.); сервіси загальнодоступної хмари на базі ІКТ-платформ (Amazon Web Services, Microsoft Azure або ін.), сервіси корпоративної хмари на базі ІКТ-платформ (Microsoft Azure, Xen, VMware або ін.), сервіси науково-освітніх мереж і інфраструктур, зокрема Європейської хмари відкритої науки (EOSC).

## ОБГОВОРЕННЯ

Завдяки використанню хмарних технологій можна створити поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати у вчителів правильне ставлення до роботи, орієнтування та обізнаність щодо роботи з навчальними проєктами, ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організовувати час і наявні ресурси, розуміти відмінності різних моделей використання хмарних технологій та проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки для вирішення навчальних чи дослідницьких задач. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього фахівця в інформаційному суспільстві, що ставить перед його членами нові, сучасні вимоги та можливості для розвитку.

Загалом можна виокремити кілька напрямів чи груп типів діяльності, які відбуваються у хмаро орієнтованому середовищі відкритої науки і підтримуються або уможливаються завдяки використанню відповідних ІКТ. Це такі як: групова робота і проєктно-орієнтоване навчання (Може підтримуватися як універсальними, так і спеціалізованими хмарними сервісами, наприклад, MS Office 365, MS Teams або ін.); Зберігання, опрацювання, подання і візуалізація даних (наприклад, MS OneDrive, MS Power BI або ін.); Опрацювання великих даних (наприклад, MS Power BI або ін.); використання хмарних сервісів відкритої науки для розв'язання різноманітних спеціалізованих задач дослідження, як в індивідуальному, так і колективному режимі (CoCalc або ін.); Розгортання і використання різноманітного спеціалізованого програмного забезпечення у корпоративній хмарі для командної роботи (віртуальні машини MS Azure, AWS або інші).

Дослідження здійснено у межах проєкту Національного фонду досліджень України 2020.02/0310 за темою «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів».

**ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ**

Впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання і професійного розвитку вчителів створює умови для покращення результатів цього процесу. Перспективними шляхами їх запровадження є такі, як: підтримування групової роботи і проектно-орієнтованого навчання; зберігання, опрацювання, подання і візуалізації даних у процесі здійснення наукових і науково-навчальних досліджень; опрацювання великих даних; розв'язання різноманітних спеціальних задач дослідження, як в індивідуальному, так і колективному режимі.

Перспективою подальших досліджень є теоретичне обґрунтування та більш широка апробація методик використання хмарних сервісів та технологій відкритої науки у науковій освіті вчителів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Биков, В. (2008). *Моделі організаційних систем відкритої освіти*. Київ, Атіка.
2. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*, 76 (2), 304-320. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706>.
3. 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*, 68 (6), 1-19. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>.
4. 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>.
5. Krylova-Grek, Y., & Shyshkina, M. (2021) Online learning at higher education institutions in Ukraine: achievements, challenges, and horizons. *Information Technologies and Learning Tools. ICT and learning tools in the higher education establishments*, 85(5), 163-174.
6. Marienko, M. V. (2021). Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP)*, 429, 108-120
7. Marienko, M., & Shyshkina, M. (2022). The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training. *In International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 337-344). Cham: Springer International Publishing.
8. Open Science. Policy Brief, December 2015. ERA Portal, Austria (2015). [https://era.gv.at/public/documents/2714/ERA\\_Open\\_Science\\_POLICY\\_BRIEF\\_December\\_2015.pdf3](https://era.gv.at/public/documents/2714/ERA_Open_Science_POLICY_BRIEF_December_2015.pdf3).
9. Popel, M. (2018). Using CoCalc as a training tool for mathematics teachers' pre-service training. *Information Technologies and Learning Tools*, 68(6). <https://lib.iitta.gov.ua/713274/1/2404-11537-1-PB.pdf>.

**REFERENCES**

1. Bykov, V. (2008). *Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity [Models of organizational systems of open education]*. Kyiv, Atika. (in Ukrainian).
2. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 76 (2), 304-320. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706>.
3. 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*, 68 (6), 1-19. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409>.
4. 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>.
5. Krylova-Grek, Y., & Shyshkina, M. (2021) Online learning at higher education institutions in Ukraine: achievements, challenges, and horizons. *Information Technologies and Learning Tools. ICT and learning tools in the higher education establishments*, 85(5), 163-174.
6. Marienko, M. V. (2021). Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP)*, 429, 108-120
7. Marienko, M., & Shyshkina, M. (2022). The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training. *In International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 337-344). Cham: Springer International Publishing.
8. Open Science. Policy Brief, December 2015. ERA Portal, Austria (2015). [https://era.gv.at/public/documents/2714/ERA\\_Open\\_Science\\_POLICY\\_BRIEF\\_December\\_2015.pdf3](https://era.gv.at/public/documents/2714/ERA_Open_Science_POLICY_BRIEF_December_2015.pdf3).
9. Popel, M. (2018). Using CoCalc as a training tool for mathematics teachers' pre-service training. *Information Technologies and Learning Tools*, 68(6). <https://lib.iitta.gov.ua/713274/1/2404-11537-1-PB.pdf>.

