УДК 378.046.4+ 004.735+ 001.891.34

Мар'єнко Майя Володимирівна
кандидат педагогічних наук,
старша наукова співробітниця відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти
Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-8087-962X
popelmaya@gmail.com

Шишкіна Марія Павлівна
доктор педагогічних наук, старша наукова співробітниця,
завідувачка відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти
Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-5569-2700
marimodi@gmail.com

Коновал Олександр Андрійович
доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики та методики її навчання
Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна
ORCID ID 0000-0002-0984-0722
konovaloa@gmail.com

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Анотація. У роботі досліджено питання обґрунтування і розроблення методології використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах педагогічної освіти як одного з перспективних напрямів підвищення якості освітньо-наукового процесу, модернізації освітньо-наукового середовища, використання засобів і сервісів хмарних обчислень. Підкреслюється, що впровадження хмарних обчислень є актуальною тенденцією розвитку сучасних педагогічних систем ІКТ. Окреслено концептуальний та термінологічний апарат дослідження хмаро орієнтованих систем відкритої науки, зокрема окреслено шляхи запровадження в науковий обіг та освітньо-науковий процес таких понять, як-от: відкрита наука, відкриті дані, SMART-дані, FAIR-дані та інших. Уточнено загальні принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах освіти, які класифіковано як принципи відкритої науки та загальні з дотриманням яких відбувається формування хмаро орієнтованих систем. Визначено критерії і показники вимірювання компетентностей відкритої науки. З'ясовано, що компетентності відкритої науки доцільно формувати під час професійного розвитку вчителів. Визначено форми, методи і засоби використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки та їх компонентів у своїй навчальній і професійній діяльності. Основна ідея полягає в гіпотезі, що проєктування та розвиток освітньо-наукового середовища завдяки запропонованому підходу сприятиме вільному доступу до електронних освітніх джерел учасників освітнього процесу та більш ефективному використанню ними ІКТ, а також підвищенню їх компетентностей з відкритої науки. Наведено результати педагогічного експерименту, що підтверджують підвищення рівня компетентностей відкритої науки завдяки використанню хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів з предметів природничо-математичного циклу. Обґрунтовано рекомендації щодо запровадження систем відкритої науки в освітній процес. Виконано аналіз та оцінку перспектив розвитку досліджень хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах освіти.

Ключові слова: хмарні обчислення; хмарне навчальне середовище; хмарні сервіси; відкрита наука; відкриті дані; відкритість доступу; гнучкість навчального процесу.

© М.В. Мар'єнко, М.П. Шишкіна, О. А. Коновал, 2022.

1. ВСТУП

Технології хмарних обчислень постають провідним інструментом цифровізації науки і освіти, відкритої науки (Open Science) у контексті розбудови Європейського дослідницького простору (European Reasearch Area, ERA), реалізації проєкту Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud) та інших міжнародних документів та ініціатив, зокрема Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (2018 р.).

З огляду на інтенсивний розвиток і впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в повсякденну освітню практику в галузі педагогічних наук постає низка фундаментальних та прикладних наукових завдань, пов'язаних із дослідженням проблем методології проєктування та застосування цих систем. Розв'язання цих проблем передбачає, у першу чергу, підготовку та професійний розвиток відповідних педагогічних кадрів у закладах вищої педагогічної освіти та закладах післядипломної педагогічної освіти.

Принципи відкритої науки стають останнім часом провідними при проєктуванні освітньо-наукових систем, що узгоджується з міжнародною тенденцією і рядом міжнародних документів [1, 2, 3], спрямованих зокрема на те, щоб ефективно подолати розрив між науковими дослідженнями і освітньою практикою. В основі розуміння відкритої науки закладено концепцію того, що дослідження має бути відтворюваним і прозорим, крім того, воно має довгострокову цінність завдяки можливості ефективного зберігання, опрацювання та спільного використання даних. Використання принципів відкритої науки може бути корисним для навчання та професійного розвитку вчителів через безпосереднє їх залучення до процесів формування і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти. Ефективне сприйняття принципів відкритої науки через управління даними, відтворювані дослідження та залучення зацікавлених сторін до використання мультимедійних додатків може покращити процес професійного розвитку вчителів. Однак існують технічні, соціокультурні та інституційні проблеми сприйняття відкритої науки, зокрема практичні підходи для відображення відповідних змістових компонентів у програмах підготовки та курсів підвищення кваліфікації вчителів. Тому хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки ще не набули широкого використання в професійному розвитку вчителів.

Участь учителів та учнів у наукових дослідженнях є важливим елементом у встановленні більш тісних взаємозв'язків між наукою та педагогічною практикою. Тому важливим є впровадження відкритої науки, що може сприяти інноваціям у роботі з урахуванням потреб педагогів, взаємному навчанню та розвивати наукову культуру в усьому суспільстві в цілому. Зокрема впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у навчання і професійний розвиток учителів призведе до підвищення рівня організації дистанційного та змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО).

Постановка проблеми. Дослідження спрямоване на розвиток методологічних засад проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої освіти у навчання і професійний розвиток учителів з метою поліпшення методологічного, науково-методичного, організаційного забезпечення використання найсучасніших ІКТ у навчанні і наукових дослідженнях, підвищення рівня інформаційно-комунікаційної компетентності педагогічних кадрів.

Необхідність виконання дослідження обумовлена тим, що однією з основних умов поліпшення якості перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів, підвищення рівня їх професійної компетентності, використання інноваційних педагогічних технологій у навчанні і наукових дослідженнях є запровадження хмаро орієнтованих

систем відкритої науки в освітній процес. Згідно з Законом України про загальну середню освіту здобуття загальної середньої освіти забезпечують не лише початкові школи, гімназії, ліцеї, а й наукові ліцеї. З огляду на це існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проєктування і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки під час перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів.

Наукові та методологічні передумови формування та розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища потребують подальших досліджень у контексті пріоритетів відкритої науки, визначених у межах формування ERA. Концептуальні та термінологічні засади дослідження хмаро орієнтованого середовища розробляються і вдосконалюються постійно з огляду на появу нових систем і сервісів відкритої науки. Отже, головні методологічні принципи проєктування та розвитку середовища в цьому контексті слід визначити і враховувати, щоб забезпечити його більш широке застосування та впровадження. Зокрема було виокремлено принципи відкритої освіти, специфічні принципи, властиві хмаро орієнтованим системам, та принципи відкритої науки, щоб передбачити їх застосування в педагогічних системах закладів вищої освіти. Водночас принципи відкритої науки в аспекті проєктування освітніх хмаро орієнтованих систем потребують подальшого вивчення і впровадження.

Поточні питання охоплюють підходи та моделі для надання доступу до електронних освітніх ресурсів і сервісів в умовах хмаро орієнтованого середовища [4], методологію навчання та досліджень на базі хмарних технологій у межах університетського середовища, дослідження використання науково-освітніх інформаційних мереж та інфраструктур [4], використання різних типів сервісів освітньо-наукового середовища на базі хмарних технологій, таких як навчальні роботи, системи обробки мови, бази даних та інші [5], [6], [7]. Проблема створення корпоративного навчально-наукового середовища університету, що поєднує різні види послуг для підтримки відкритого навчання та науково-дослідницької діяльності та співпраці платформи хмаро орієнтованої системи, досліджена в [7]. У роботі обґрунтовано концептуальні засади проєктування та використання хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища відкритої науки та загалом хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах освіти.

Процес професійного розвитку вчителів можна покращити за допомогою підходів відкритої науки, використовуючи відтворювані, прозорі та ефективні інструменти, що об’єднають дослідження та управління освітнім процесом. Тому інтеграція відкритої науки в педагогічні системи закладів освіти потрібна зараз як ніколи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з останніми дослідженнями [8], [9] проблеми впровадження і використання хмарних технологій у закладах вищої освіти для забезпечення доступу до програмного забезпечення, підтримки спільного навчання і досліджень є досить добре розробленими, але освітня діяльність, обмін досвідом, а також розробка проєктів залишаються особливо складними напрямами. Зараз формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища визнано пріоритетом міжнародного науково-освітнього співтовариства [10] та інтенсивно розробляється в різних сферах освіти [9], [5].

Теоретичні результати та практична спрямованість досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, в основному підпорядковані зазначеній освітній парадигмі, яка спрямована на розвиток науково-методологічної основи впровадження принципів відкритої освіти. Зокрема робота В. Ю. Бикова «Моделі організаційних систем відкритої освіти» пропонує моделі інформаційного освітнього середовища. Метою робіт є створення методологічної основи для подальших досліджень у цій галузі, а хмарне середовище – це новий крок у розвитку систем відкритої освіти [11].

Разом з розвитком відкритої освіти та відкритих наукових систем удосконалюються інструменти та технології формування навчально-наукового середовища.

Аналізуючи останні дослідження та публікації можна зробити висновок, що принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки потребують окремого дослідження та визначення. Наявні наукові напрацювання є лише дотичними до даної проблематики. Окремі наукові здобутки можна взяти як основу для подальших наукових досліджень.

Згідно з останніми дослідженнями [12], [13] питання використання хмарних сервісів і технологій в освітньо-науковому процесі розглядаються в аспектах доступу до програмного забезпечення навчального і наукового призначення, підтримки діяльності віртуальних наукових колективів, спільного навчання і досліджень, проєктної діяльності та ін.

Питання запровадження систем відкритої науки активно розробляються в Європейській і світовій науково-освітній спільноті. Зокрема звертається увага на труднощі і виклики, що стосуються запровадження відкритих наукових практик [14], запровадження вимог відкритої науки в Європейських цифрових університетах [15]. Піднімаються питання використання практик відкритої науки на ранніх етапах наукової кар'єри [16].

Тому принципи, що характеризують розвиток і застосування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, стають суттєвим концептуальним підґрунтям проєктування освітньо-наукового середовища та зокрема систем відкритої науки як його суттєвих складників. З огляду на це необхідно обґрунтувати концептуальні засади формування і розвитку систем даного типу в закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти, дослідити моделі, принципи, методи і підходи до їх організації і розвитку, визначити найбільш доцільні та педагогічно виважені шляхи їх використання.

Серед актуальних, проте до необхідної міри нерозв'язаних сьогодні *концептуальних проблем* організації та інформаційно-технологічної підтримки процесів навчання та наукових досліджень в інформаційно-освітньому середовищі закладу вищої педагогічної освіти з використанням систем відкритої науки виокремлюють такі:

- ✓ розроблення концептуальних засад створення відкритих хмаро орієнтованих систем навчання та наукових досліджень та методології їх упровадження;
- ✓ розв'язання актуальних теоретико-методологічних та науково-методичних проблем запровадження в закладах освіти хмаро орієнтованих науково-освітніх інформаційних мереж та дослідницьких інфраструктур для підтримки навчальної, наукової та управлінської діяльності;
- ✓ виявлення психолого-педагогічних засад використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах освіти;
- ✓ визначення психолого-педагогічних умов підвищення рівня адаптивності електронних освітніх ресурсів і сервісів навчального і наукового призначення за рахунок використання хмарних технологій;
- ✓ підвищення ролі засобів хмарних технологій у забезпеченні мережного комп'ютерно-технологічної підтримки організації процесів наукових досліджень в інформаційно-освітньому середовищі;
- ✓ створення і запровадження в закладі освіти хмаро орієнтованих систем відкритої науки як суттєвої передумови формування ІКТ-компетентних фахівців, здатних до подальшого активного, доцільного, науково обґрунтованого застосування хмарних технологій у професійній діяльності, зокрема науково-дослідній.

Мета дослідження. Обґрунтувати концептуальні засади формування і розвитку хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах вищої освіти педагогічного

спрямування, дослідити методи, принципи і підходи до їх організації і розвитку, визначити особливості сучасного стану їх сформованості та дослідити найбільш доцільні та педагогічно виважені шляхи їх використання.

Основна ідея полягає в гіпотезі, що проєктування та розвиток освітньо-наукового середовища завдяки запропонованому підходу призведе до якіснішого доступу до електронних освітніх джерел учасників освітнього процесу та більш ефективного використання ними ІКТ , а також підвищенню їх компетентності у використанні ІКТ.

2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метод дослідження передбачав аналіз сучасних досліджень (вітчизняний та зарубіжний досвід застосування хмарних технологій у закладах освіти для розкриття концепції дослідження, визначення критеріїв і показників вимірювання компетентностей відкритої науки), вивчення існуючих моделей та підходів, технологічних рішень та психолого-педагогічних припущень щодо кращих способів впровадження інноваційних технологій з метою визначення методологічних засад розроблення хмаро орієнтованої системи відкритої науки з використанням хмарних компонентів на базі Microsoft Office 365, AWS, CoCalc, окремих сервісів EOSC. Для вимірювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів предметів природничо-математичного циклу ЗЗСО було проведено педагогічний експеримент.

Під час дослідження були використані такі методи: емпіричні (спостереження та порівняння існуючих принципів, методів і підходів до формування хмаро орієнтованих систем); загальнонаукові (елементарно-теоретичний аналіз і синтез, екстраполяція, дедукція). Також було використано системно-структурний підхід.

Науково-дослідна робота виконувалась на основі положень системного підходу як методологічного способу пізнання педагогічних та соціальних фактів, явищ, процесів; положень психолого-педагогічної науки в галузі використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі закладів освіти.

З метою забезпечення надійності експериментальних методик та інтерпретації їх результатів застосовувались методи анкетування, експертного оцінювання, науково-педагогічного експерименту та опрацювання отриманих даних за допомогою статистичних методів.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Сучасний стан проблеми

За останні роки в Інституті цифровізації освіти НАПН України здійснено 7 науково-дослідних робіт за галузевою тематикою, у межах виконання яких досягнуто ряд вагомих результатів, дотичних до розвитку систем відкритої науки, зокрема:

- ✓ запропоновано модель оцінювання якості програмних засобів навчального призначення, що використовуються в закладах загальної середньої освіти;
- ✓ обґрунтовано психолого-педагогічні вимоги до засобів ІКТ навчального призначення;
- ✓ розроблено методичні рекомендації щодо добору, використання та оцінювання електронних засобів навчального призначення в загальноосвітніх навчальних закладах;
- ✓ подано пропозиції до ряду проєктів нормативних документів: до проєкту Положення про електронні освітні ресурси; до проєкту Положення про депозитарій електронних освітніх ресурсів;

- ✓ рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки освітніх ресурсів та даних, фільтрації несумісного з навчальним процесом контенту та ін.;
- ✓ визначено основні етапи розвитку, тенденції та перспективні шляхи формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, зокрема виокремлено етапи його еволюції, як-то: розвиток комп'ютерно орієнтованого; комп'ютерно інтегрованого; а також хмаро орієнтованого (персоніфікованого) навчально-наукового середовища;
- ✓ обґрунтовано принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, що охоплюють: принципи відкритої освіти, а також специфічні принципи, характерні саме для хмаро орієнтованих систем, зокрема: адаптивності; персоніфікації постачання сервісів; уніфікації інфраструктури; повномасштабної інтерактивності; гнучкості й масштабованості; консолідації даних і ресурсів; стандартизації та сумісності; безпеки і надійності; інноваційності та ін. ;
- ✓ обґрунтовано класифікацію електронних ресурсів у хмаро орієнтованому середовищі, зокрема класифікацію електронних ресурсів навчального призначення (ЕРНП) здійснено згідно з основними типами цих ресурсів – комп'ютерних програм і електронних даних; класифікацію електронних ресурсів наукових досліджень (ЕРНД) проведено згідно з етапами організації дослідження: підготовчого; дослідницького; інтерпретації і аналізу; впровадження [17];
- ✓ розроблено концепцію хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу педагогічної освіти, яку реалізовано і впроваджено в освітньо-науковому процесі 6 закладів вищої освіти (Херсонський державний університет, ДВНЗ «Криворізький національний університет», ДВНЗ «Криворізький національний педагогічний університет», Тернопільський державний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти).

В останні роки в Україні реалізовано кілька міжнародних проєктів, присвячених питанням реалізації пріоритетів відкритої науки в закладах освіти. Зокрема з 2016 року реалізується проєкт «Громадська синергія: посилення участі громадськості в євроінтеграційних реформах». У межах цього проєкту здійснювалась цілеспрямована аналітична та інформаційно-просвітницька діяльність задля більшої ефективності формування громадянського суспільства і участі в євроінтеграційних процесах. У 2017 – 2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проєкт DocHub, присвячений структуризації співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України. У межах цього проєкту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів. Тим часом нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо під час підготовки вчителів. Нині в Україні практично відсутній науково-методичний супровід цього процесу.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їх формування і використання в закладах освіти, ці питання ще потребують теоретичних та експериментальних досліджень, уточнення підходів, моделей, методів і методик, можливих шляхів впровадження. Зокрема подальшого опрацювання потребують теоретико-методологічні аспекти визначення структури, функцій, засобів і технологій проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах освіти, форми і методи їх використання під час навчання і професійного розвитку вчителів.

Постає необхідність дослідити понятєвий апарат, принципи, методи і підходи, що стосуються використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому

процесі навчання і професійного розвитку вчителів; визначити засоби і сервіси, що найбільш доцільно застосовувати в цьому процесі; обґрунтувати і розробити модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в навчанні і професійному розвитку вчителів; на основі запропонованої моделі розробити методики і експериментальним шляхом перевірити ефективність їх використання.

Розробка методики використання сервісів відкритої науки, які щойно виникли і продовжують формуватися, є одним з результатів дослідження. Раніше це питання не розглядалося.

Результати дослідження сприятимуть підвищенню якості освітнього процесу закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти; ефективності впровадження в освітній процес засобів і сервісів хмарних обчислень, зростанню рівня цифрової компетентності педагогічних працівників, ширшому використанню сервісів відкритої науки в освітньому процесі.

3.2. Аналіз основних понять

Використання ІКТ впливає на зміст, методи та організаційні форми навчання та управління освітньо-дослідницькою діяльністю, що вимагає нових підходів до організації навчального середовища. Отже, формування сучасних хмаро орієнтованих систем підтримки навчальної та дослідницької діяльності повинно базуватись на відповідних інноваційних моделях та методології, які можуть забезпечити гармонійне поєднання та вбудовування різноманітних мережевих інструментів в освітнє середовище закладу вищої педагогічної освіти [18].

Хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище закладу вищої освіти – це середовище, у якому віртуалізована комп'ютерно-технологічна (корпоративна або гібридна) інфраструктура цілеспрямовано будується для реалізації комп'ютерно-процесуальних функцій (як-то змістово-технологічні та інформаційно-комунікаційні функції) [18].

Суттєвими особливостями формування та розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти є такі властивості, як відкритість та гнучкість [18].

Водночас хмарне середовище навчального закладу – це складна система, що містить значну кількість підсистем, реалізує різні функції, що формуються на рівні закладу, його окремих структурних підрозділів. У цьому аспекті хмаро орієнтований підхід до створення навчального середовища має забезпечити основу для інтеграції різних типів послуг для підтримки різних видів навчальної та дослідницької діяльності, а також інтеграцію та тісний взаємозв'язок між навчанням та дослідженнями як єдиного цілого. Особливої уваги вимагають методи проєктування та використання компонентів середовища для різних рівнів його організації при реалізації різних типів хмарних інструментів. Тому може знадобитися набір методів для розгортання та використання хмарного середовища або його компонентів.

Хмаро орієнтовані мережні інструменти відкритого навчання та досліджень – це засоби ІКТ, що забезпечують формування та поточне обслуговування мережевих електронних інформаційних ресурсів та хмарних сервісів відкритого навчально-наукового середовища, впровадження технології проєктування та застосування відкритих хмарних технологій, заснованих на педагогічних системах. Найважливіші мережні інструменти для відкритих систем навчання та досліджень охоплюють хмарні науково-освітні інформаційні мережі та інфраструктури; хмарні корпоративні інформаційні системи та послуги; мережеві електронні освітні ресурси та послуги для

збору, обробку та попереднє представлення даних; навчальні та наукові лабораторії віддаленого доступу; мовні технології; навчальні роботи тощо [18].

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки в закладах освіти доцільно розглядати як різновид науково-освітніх інформаційних мереж (НОІМ), що є фактично автоматизованими інформаційними системами, наповненими даними та відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, які забезпечують інформаційну підтримку освіти й науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів [18]. Спираючись на зазначене поняття як на вихідне, під *хмаро орієнтованою системою відкритої науки* доцільно розуміти науково-освітню інформаційну мережу, ресурси якої формуються на базі закладу освіти або науково-освітньої спільноти, об'єднаної спільністю інформаційних та освітньо-наукових потреб та цілей [4].

Відкрита наука охоплює різноманітні заходи, спрямовані на те, щоб зробити наукові процеси більш прозорими, а результати більш доступними. *Мета* цих заходів – побудувати більш відтворювану та надійну науку; це досягається за допомогою нових технологій, зміни мотивації науковців. Сучасний рух до відкритої науки був спричинений низкою випадків викриття недостовірних фактів у дослідженнях з психології та інших наук. Було виявлено значну кількість дослідів, які не вдалось повторити, і набули поширення публікації, у яких без пояснень констатувались результати певних досліджень. З огляду на це нині численні журнали та дослідні установи заохочують або винагороджують деякі відкриті наукові практики, що пропонують, зокрема, попередню реєстрацію досліджень, надання повнотекстових матеріалів у відкритий доступ, публікацію даних досліджень, опис дослідницького та підтверджуючого етапів аналізу та проведення реплікаційних досліджень. У суспільстві відкрита наука може практикуватись і просуватись безпосередньо через діяльність дослідників, авторів, рецензентів, редакторів, викладачів та членів програмних та організаційних комітетів, шляхом надання пропозицій стосовно певних правил, винагород чи вимог до перебування на посаді, кар'єрного зростання тощо. Для досягнення цих цілей для вчених та дослідників розроблено та зроблено доступними безліч електронних інформаційних ресурсів та сервісів.

«Відкрита наука» – загальний термін, що використовується для позначення понять відкритості, прозорості, строгості, відтворюваності та накопичення знань, які всі вважають фундаментальними ознаками наукової діяльності. Останніми роками дослідники почали звертати увагу на необхідність реформ, що необхідні для того, щоб зробити свою роботу більш узгодженою з цими принципами та вирішити проблему поточної «революції довіри». Наприклад, Товариство вдосконалення психологічної науки (SIPS; https://improvingpsych.org/mission/) – було засноване для подальшого впровадження і вдосконалення згаданих методів та практик у галузі психологічних досліджень [10].

Запропоновані реформи відкритої науки є значною мірою відповіддю на усвідомлення того, що стандартні дослідницькі практики підривають основні принципи високоякісної та відкритої науки. Більшість учених сходяться на думці, що існує криза відтворюваності, принаймні певною мірою. Однак не всі вчені прийняли найкращі практики, рекомендовані експертами, щоб зробити науку більш відтворювальною. Частково це пов'язано з тим, що поточні структури стимулювання не відповідають основним інноваційним методикам. Крім того, виникає плутанина, розбіжності та дезінформація щодо того, які методи є найкращими, чи потрібні вони і чому вони потрібні, та як їх застосовувати. У відповідь на це дослідники створили безліч чудових ресурсів, які містять детальну інструкцію, контекст та відповідні емпіричні докази. Однак вони часто є технічними, розподіляються в різних журналах та сферах науки, або

їх може бути важко визначити та отримати доступ до них різним спільнотам дослідників. Викладачі та науковці, які мають незначні попередні знання в галузі відкритої науки, можуть легко знайти та використати такі ресурси. Дійсно, нестача інформації про наявні ресурси та стимули для прийняття певного стандарту наукової практики нещодавно були визначені першопричинами того, що дослідники в різних галузях не використовують такі вдосконалені наукові підходи. Отже, потрібні доступні і зрозумілі рекомендації, які б надавали орієнтири щодо найкращих відкритих та загальнодоступних ресурсів, пов'язаних з удосконаленими практиками в різних галузях науки [10].

Вибір фокусу такого огляду важкий через постійну еволюцію того, що вважається кращою методикою, методичною системою. Крім того, рекомендації різняться залежно від цілей та напрямків дослідження, і навіть досвідчені дослідники не можуть дійти згоди щодо того, що саме являє собою поняття «найсучасніші методики» [10].

Ми також звертаємо увагу на особливості трактування і відмінності змісту та понять великих даних, SMART (розумних) даних та FAIR (прозорих) даних як важливих для проєктування розумних систем відкритої науки.

Великі дані – це величезні набори даних, які щодня накопичуються в організаціях. Тоді як під *SMART даними* ми можемо розглядати дані, які містять інформацію про цільову аудиторію в сегментованому вигляді. Тому SMART дані, доступні для опрацювання людиною, можуть бути створені на основі великих даних як автоматично чи напівавтоматично за допомогою методів штучного інтелекту, так і вручну. Цей тип даних використовується для опрацювання великих обсягів інформації. Їх опрацювання притаманно поведінці людини, яка відбирає і налаштовує для себе навколишній інформаційний простір, а також є досить потужним чинником для розвитку програм штучного інтелекту, що стають незамінними в умовах необхідності орієнтуватись у лавиноподібно зростаючих потоках інформації.

Своєю чергою, дані наукових досліджень, що можна вважати в певному сенсі різновидом SMART даних, людина зазвичай збирає і обробляє свідомо та планомірно, відповідно до раціонально обумовлених потреб дослідження. Водночас адаптивні інструменти підтримки наукового дослідження з елементами ШІ активно проникають і в цю сферу, про що свідчить поява величезної кількості хмарних сервісів відкритої науки в існуючих науково-освітніх мережах і платформах. Сервіси для подання, зберігання і опрацювання наукових даних можуть бути корисним інструментом для підтримки наукового дослідження.

FAIR даними, що є різновидом даних наукових досліджень, вважають такі, що є Findable (які легко віднайти), Accessible (доступні), Interoperable (сумісні) та Repeatable (доступні для повторного використання). Ці дані є найбільш цінними в контексті проєктування відкритих наукових систем. Саме тому поняття асоціюється зараз з поняттям *відкритих наукових даних*, тобто таких, що знаходяться у відкритому доступі і є доступні для опрацювання.

Спеціальні інструменти та сервіси, що застосовуються в системах відкритої науки для адаптивного опрацювання даних, стають зараз предметом вивчення для різних категорій освітян, зокрема їх необхідно розглядати як елементи змісту навчання і професійного розвитку вчителів, вони також мають бути в програмі підготовки педагогічних кадрів. Для того, щоб нові поняття, концепції і технології швидше стали стали реальним надбанням науково-освітньої спільноти і почали широко використовуватись, необхідно розкривати їх особливості через сукупність принципів, методів і підходів, які вважаються ключовими категоріями сучасної методології наукового дослідження.

3.2. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки під час перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів

Завдання впровадження найсучасніших ІКТ-інструментів, зокрема сервісів та технологій хмарних обчислень, є одним з головних пріоритетів у галузі розвитку ІКТ в освіті, відкритої науки та освітнього простору. Про це свідчить низка урядових ініціатив різних країн та прийняття міжнародних документів, таких як «Цифрова програма для Європи» (2010), «Європейська стратегія хмарних обчислень у Європі» (2012), згідно з якою хмарні обчислення були визнані пріоритетним напрямком і мали значний вплив на розвиток Європейського дослідницького простору та формування ідей відкритої науки [1].

Зокрема в 2015 році було розроблено концептуальний документ «Відкрита наука», який визначив п’ять основних пріоритетів відкритої науки [1].

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» [10], [1].

26 жовтня 2017 року в Брюсселі була опублікована Декларація Європейської хмари відкритої науки, у якій сформульовано основні принципи формування хмари [6]. В основі цих принципів лежить концепція «Прозорих даних» (FAIR Data), тобто даних, які можна знайти, доступних, сумісних та придатних для повторного використання.

14 березня 2018 року Європейська Комісія уклала документ із закликом до Європейської наукової хмарної програми впровадження хмар. Метою цього документа є визначити основні напрямки досліджень з управління даними досліджень, щоб «наука, керована даними», могла бути повністю розроблена.

Отже, хмарні сервіси, хмарні платформи та загалом хмаро орієнтоване університетське середовище стають у центрі уваги щодо необхідності розгляду та підтримки відкритих наукових процесів та навчання та дослідницької комунікації з урахуванням пріоритетів відкритої науки. Ефективність хмарних обчислень при підтримці цих процесів видається надзвичайно важливою. Хмарні платформи найбільше підходять для завдань інтеграції та агрегування значної кількості різних сервісів, оскільки це необхідно для реалізації цілей відкритої науки. Тому існує необхідність інтеграції в навчально-наукове середовище університету великої кількості різноманітних засобів інформаційно-технологічної підтримки, як-от наукові та освітні інформаційні мережі [4], корпоративні мережеві інструменти та послуги для навчання та досліджень [18], а також різні мовні інструменти для підтримки багатомовного змісту [5], використання інтелектуальних освітніх агентів та роботів, баз даних [6], [7] тощо. Тож хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище закладу освіти, концептуальні основи, принципи проєктування та розробки, а також моделювання та впровадження з урахуванням пріоритетів відкритої науки є одними з перспективних питань, які слід розглянути та обговорити.

Університетське хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище є своєрідною відкритою науковою системою.

В «Дорожній карті відкритої науки LIBER» [2] основними принципами відкритої науки, вважається відкритість, прозорість та підзвітність у всіх аспектах досліджень.

У дослідженні [18] обґрунтувано дві категорії принципів, згідно з якими відбувається формування хмаро орієнтованого середовища: принципи відкритої освіти та специфічні принципи (характерні виняткова для хмаро орієнтованих середовищ). У даному дослідженні порушена проблема обґрунтування принципів до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Водночас частина принципів формування і розвитку хмаро орієнтованого середовища трансформується в принципи відкритої

науки, а частина залишиться без змін (специфічні принципи, притаманні проєктуванню хмаро орієнтованих систем).

При визначенні принципів відкритої науки, які доцільно застосовувати в закладах освіти при формуванні хмаро орієнтованих систем відкритої науки, доцільно орієнтуватись на методологічні засади відкритої освіти (В.Ю. Биков, 2009) [11], враховуючи те, що хмаро орієнтовані системи є наступним етапом розвитку систем відкритої освіти, що дозволяють реалізувати її принципи на більш високому рівні. Ґрунтуючись на цих засадах, принципами формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної освіти слід вважати такі:

принципи свободи вибору науковця – можливість вільного вибору спеціальності, рівня освіти, які вони бажають здобувати; навчальної програми з варіантів, що пропонуються закладом освіти; керівника, інших учасників наукового колективу відповідно до цілей і завдань дослідження, зокрема в міжнародному контексті;

гнучкості наукового дослідження – можливість гнучкого формування індивідуальних планів і програм оволодіння різними спеціальностями та рівнями освіти, а також методів здійснення і форм організації наукових досліджень, зокрема збирання і опрацювання даних, їх подання у відкритий доступ, відкрите оцінювання, поширення та впровадження результатів, взаємодія всередині колективу та з іншими колективами, а також з суспільством;

інваріантності структури наукових досліджень, що дає можливість забезпечити інтеграцію досліджень, які проводяться в різних закладах освіти, зокрема у міжнародному контексті, уніфікацію процедур реалізації досліджень для подальшого їх проведення за різними спорідненими або іншими напрямами або спеціальностями, використання уніфікованих навчальних та наукових методичних матеріалів, технологій, засобів тощо;

незалежності наукових досліджень у часі – дослідження може здійснюватись переважно у зручний для його учасників час, спільна наукова діяльність може здійснюватися одночасно з навчанням або іншим напрямом підготовки, ця діяльність здійснюється за попередньо узгодженою формою та індивідуальним інтервальним графіком взаємодії в часі, для чого забезпечується, зокрема, синхронний та асинхронний режими комунікації, та незалежний у часі доступ до інформаційних ресурсів та інших засобів;

екстериторіальності наукових досліджень – вони можуть здійснюватися поза межами закладу освіти незалежно від географічної відділеності, переважно в зручному для учасників місці, для цього забезпечуються дистанційні синхронний та асинхронний режими комунікації, телекомунікаційні режими доступу до інформаційних ресурсів, інших засобів досліджень;

еквівалентності процедур оцінювання якості досліджень – приведення якості досліджень у відповідність до національних і міжнароджних стандартів, використання таких індикаторів і засобів вимірювання результатів, які визнаються на міжнародних ринках освітніх послуг;

гуманізації досліджень – вимоги до гуманізації є визначальними в системі неперервної освіти, сутність його полягає в поглибленні спрямованості досліджень на користь людини, створенні сприятливих умов для розвитку творчої індивідуальності, формування високих громадянських, моральних, інтелектуальних якостей;

інтернаціоналізації досліджень – у порівнянні з традиційною системою організації досліджень роль цього принципу у відкритій науці суттєво посилюється, реалізація цього принципу сприяє інтернаціоналізації стосунків у суспільстві як на національному, так і на світовому рівнях;

пріоритетності наукового підходу – проєктування систем відкритої науки необхідно починати з розроблення теоретичних концепцій, формування методик, засобів і технологій відкритої науки, зі створення моделей тієї наукової діяльності, яку передбачається реалізовувати з використанням відкритих систем;

досконалості будови навчально-наукового середовища – забезпеченні технологічної спрямованості і структурної відповідності освітнього середовища завданням відкритих наукових систем;

економічної привабливості – передбачає економічну спроможність проводити дослідження у відкритих наукових колективах;

несуперечності – неантагоністичність до існуючих форм проведення досліджень та узгодженість відкритої науки з ними, можливість успішного впровадження систем відкритої науки в існуючі системи організації досліджень;

легітимності – полягає у формуванні законодавчо-правової та інструктивно-нормативної бази функціонування і розвитку відкритої науки;

престижності – полягає у формуванні в суспільстві думки щодо престижу проведення досліджень у відкритих системах, що гуртуються на підходах відкритої науки, в усвідомленні переваг і перспектив, які забезпечує відкрита наука в сучасних умовах розвитку суспільства;

маркетингу – використання маркетингового підходу щодо задоволення наявних і перспективних потреб ринку освітніх послуг завдяки діяльності систем відкритої науки;

системності – створення систем відкритої науки як єдиного цілого, і як об'єктів, що можуть розвиватися і вдосконалюватися в середовищі, яке їх оточує.

Принципи проєктування відкритих наукових систем, такі:

відкритий доступ; відкриті дані; відкрита комунікація і оцінювання та ін. До специфічних принципів, характерних для хмаро орієнтованих систем, належать персоніфікація сервісів; уніфікація інфраструктури; гнучкість та масштабованість та ін.

Спираючись на аналіз попередніх науково-методичних досліджень, у яких були визначені *методологічні підходи*, на яких ґрунтується формування хмаро орієнтованих систем, можна запропонувати використовувати ці підходи також для проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, зокрема це такі, як загальнонаукові та специфічні [19], [20], [21], [22], [23].

До загальнонаукових підходів належать такі: *аксіологічний; гуманістичний; компетентнісний; особистісно орієнтований; системний*; *синергетичний*. До специфічних підходів належать такі: *порівняльний, когнітивний, діяльнісний, пракселогічний, диференціальний, дослідницький.*

Специфічні принципи (характерні саме для хмаро орієнтованих систем), мають риси: *адаптивності*; *персоніфікації* постачання сервісів; *уніфікації* керування інфраструктурою освітньо-наукового середовища; повномасштабної *інтерактивності* засобів ІКТ хмаро орієнтованого середовища; *гнучкості і масштабованості* доступу до засобів і ресурсів хмаро орієнтованого середовища; *консолідації* даних і ресурсів; *стандартизації і сумісності*; *безпеки і надійності*; *інноваційності* та інші.

3.3. Компетентності відкритої науки

Впровадження відкритої науки слід розглядати в загальному розумінні із залученням науковців та взаємодією з громадянським суспільством, медіа та спеціалістами з комунікацій, зокрема видавцями, медичними, юридичними, інженерними та іншими фахівцями. Особливу увагу потрібно приділяти розвитку та зростанню когорти спеціалістів з питань інформації (до якої належать бібліотекарі, науковці з питань даних, розпорядники даних та інші). Зазначимо, що впровадження

відкритої науки також потребуватиме нових спеціалістів з опрацювання даних, які будуть підтримувати дослідників, і в такий спосіб це також відкриває нові можливості їх працевлаштування в закладах освіти нового типу (наприклад, наукові ліцеї) [24]. Подібні спеціалісти повинні бути адекватно підготовлені не лише для підтримки дослідників у галузі відкритої науки, але й для проведення навчання з використання Європейської хмари відкритої науки [2].

Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та перепідготовки вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентностей відкритої науки. Навчання та набуття навичок, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, буде менш ефективне, якщо це не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та всіма суб'єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні. На рисунку 1, який запропоновано в міжнародному документі «Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science» («Навчання дослідників навичкам і компетентностям, які їм необхідні для дотримання практик відкритої науки») [24] представлено подібну структуру і рекомендації, укладені з урахуванням цієї структури.

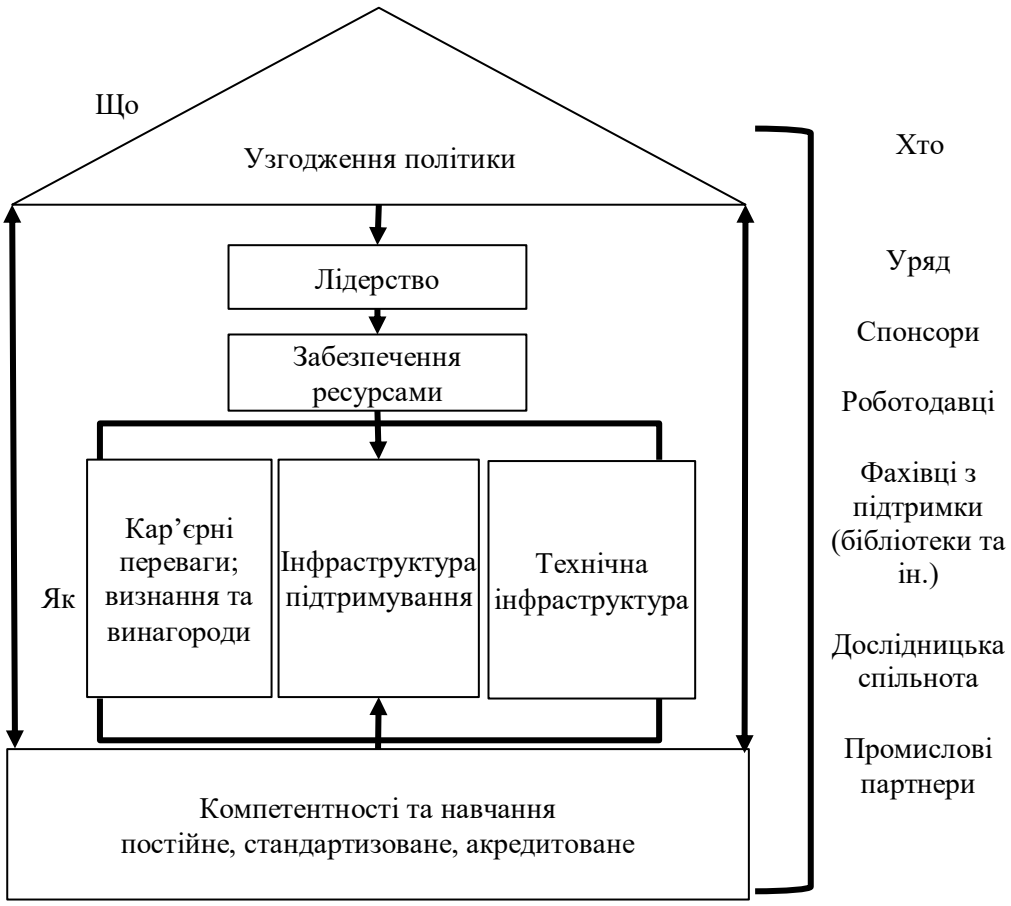

Рис. 1. Залучення дослідників на всіх рівнях: допоміжна структура [3]

Нарешті в контексті вищезазначеної допоміжної структури на рисунку 2 нижче пропонується проста та практична європейська матриця компетентностей відкритої науки для подолання прогалин та підтримки участі на всіх рівнях, що опублікована там же [24].

Рис. 2. Європейська матриця компетентностей відкритої науки [3]

Метою політики Європейського дослідницького простору (ERA) [25] є формування єдиного простору, відкритого для світу на основі внутрішнього ринку, у якому наукові знання та технології знаходяться у вільному доступі для дослідників. Поточна політика ERA зосереджена на п’яти пріоритетах, узгоджених у 2012 році [3]. Політику ERA та партнерство ERA потрібно розглядати через призму відкритої науки, а майбутні політики та рамкові програми забезпечуватимуть сумісність між ERA та відкритою наукою. Основна увага приділяється пріоритету 3, який стосується політики щодо дослідників. Основною політикою, що існує на даний час, є Хартія та Кодекс для дослідників, який складається з 41 загальних принципів та вимог, що визначають ролі, обов’язки та права дослідників, а також роботодавців та / або тих, хто фінансує дослідників.

Кодекс поведінки щодо набору наукових співробітників складається конкретно з принципів та вимог, яких повинні дотримуватись роботодавці та / або спонсори при призначенні чи наборі наукових працівників. Хартія та Кодекс були розроблені в 2005 році, і хоча в ньому немає явних посилань на відкриту науку, у ньому, безумовно, немає нічого, що заважає відкритій науці. Навпаки, з 4 розділу зрозуміло, що існує високий ступінь сумісності з ідеями відкритої науки. Існує ряд політик, розроблених на основі Хартії та Кодексу. Наприклад, Європейську систему дослідницької кар’єри (EFRC). EFRC було розширено для виявлення компетентностей відкритої науки.

Існує реальна можливість сформувати компетентності відкритої науки на курсах перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів [26]. Зрозуміло, що існують компетентності відкритої науки, які виходять за межі дисциплін, що можуть бути актуальними для вчителів. У будь-якому випадку важливо, щоб вони були розроблені, акредитовані та визнані так, щоб відповідати інституційній та національній практиці. Це стосується в першу чергу університетів та інститутів, що проводять курси підвищення

кваліфікації вчителів. Однак слід враховувати різноманітність дистанційних курсів підвищення кваліфікації, що пропонують не лише інститути перепідготовки та педагогічні університети, тому не може бути єдиної методики, яку можна використовувати в будь-якій установі. Інноваційні принципи докторської підготовки, розроблені на основі Зальцбурзьких принципів, повинні бути переглянуті в межах концепції відкритої науки, їх слід адаптувати та переписати, щоб зосередити увагу на відкритій науці [3, с. 26]:

1. Досконаліть у дослідженні – що застосовує підходи відкритої науки стосовно обміну даними

2. Привабливе інституційне середовище – яке підтримує відкриті дані з необхідною підготовкою та викладацьким персоналом та має інституційне відкрите сховище даних та публікацій.

3. Варіанти міждисциплінарних досліджень – забезпечення взаємодії даних між дисциплінами та навчальними предметами.

4. Вплив на промисловість та інші відповідні сектори зайнятості – забезпечення того, щоб дані та результати були відкритими з урахуванням будь-яких комерційних та інших питань.

5. Міжнародні мережі – для розширення спільноти, що впроваджує принципи відкритої науки

6. Формування компетентностей відкритої науки – передбачає навчання принципів відкритої науки (зокрема управління даними, цілісність досліджень та спільну наукову платформу)

7. Забезпечення якості – це гарантує визнання відкритої науки як частини прогресу у підвищенні кваліфікації вчителя.

Отже, інноваційні принципи відкритої науки повинні бути інтегровані в курси підвищення кваліфікації вчителів та курси перепідготовки вчителів так само, як Європейська університетська асоціація інтегрувала Зальцбурзькі принципи у відкриту науку [3].

Компетентності відкритої науки загалом можна класифікувати за чотирма категоріями, які відповідають Моніторингу відкритої науки ЄС [3, с. 17]. Це:

1. Навички та знання, необхідні для публікацій з відкритим доступом. Бібліотечні та дослідницькі інформаційні навички (технічна / бібліотечна підтримка досліджень); навички грамотності у відкритих публікаціях (на рівні користувача).

2. Навички та досвід щодо відкритих даних досліджень та відкритого доступу, збирання, управління даними, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження та зміни парадигми з «захищені дані за замовчуванням» на «відкриті дані за замовчуванням». Технічні навички, зокрема інженерія даних, наука про дані та навички управління даними.

3. Навички та досвід роботи у власній науковій та дисциплінарній спільноті та поза нею. Відкриті наукові навички, що дозволяють проводити професійну наукову діяльність, яка передбачає навички управління науковими дослідженнями; цілісність дослідження та навички етики; юридичні навички.

4. Навички та досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, доступної пересічному громадянину, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Слід підкреслити, що не можна очікувати, що вчителі будуть повноправними експертами з усіх цих питань, особливо тих, що стосуються публікацій з відкритим доступом та відкритих даних. Дослідникам усіх рівнів потрібні необхідні компетентності, достатні для того, щоб вони могли дотримуватись принципів відкритої науки, припускаючи, що існує фізична інфраструктура для зберігання та управлінням

публікацій та даних. З цієї причини вкрай важливо використання Європейської хмари відкритої науки. Для цього також знадобиться відповідний допоміжний персонал, який проводить детальну експертизу з управління даними та програмним забезпеченням. Більше того, установи повинні мати штатний персонал, який має необхідний досвід навчання викладачів та вчителів використовувати хмарні сервіси відкритої науки [3].

Важливо розуміти, що на різних етапах кар'єри потрібні різні типи навичок відкритої науки. Більше того, це повинно бути підкріплене національною політикою, а потім реалізовуватись за рахунок фінансування досліджень та виконавців досліджень [3].

Існує велика активність з приводу формування компетентностей відкритої науки, і багато спільних елементів та взаємодоповнення існують в межах наданих знань, наприклад, у галузі інформаційної грамотності, дослідницької етики, цілісності досліджень, наукового спілкування та управління даними. Ці компетентності зазвичай надаються як частина професійних компетентностей, наприклад, у програмах підготовки докторів філософії, магістрів. Це, своєю чергою, повинно призвести до ситуації, коли буде імплементована Європейська матриця кваліфікацій для відкритої науки [3]. Така структура перетворила б нинішню на високо інтегровану розробку відкритої науки для дослідників. Слід визнати, що можуть існувати альтернативи офіційному навчанню, а вчителі та викладачі також можуть набувати навичок у галузі відкритої науки завдяки проведенню та організації досліджень слухачів чи учнів. Вони також повинні бути визнані частиною процесу формування компетентностей відкритої науки.

3.4. Застосування та апробація запропонованих підходів

Для подальшої апробації наукових здобутків, впровадження принципів відкритої науки, з'ясування сучасного стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, проведення опитувань була створена група для вчителів «Відкрита наука в освіті» на базі сервісу Google групи (електронна адреса: open_science_ua@googlegroups.com, посилання на опис групи: https://groups.google.com/g/open_science_ua/about). Група є відкритою і зараз налічує 469 учасників (охоплені всі області України). Кожного дня група збільшується за рахунок залучення нових учасників. Після наповнення групи більшою кількістю учасників буде проведено додаткове опитування для з'ясування сучасного стану досліджуваної проблеми та визначення шляхів її вирішення, а саме: впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в навчальний процес ЗЗСО.

У результаті опитування з'ясовано, що більшість учителів (80%) не були знайомі з концепцією відкритої науки, її принципами та не знають про Європейську хмару відкритої науки (EOSC). Усі респонденти (100%) відповіли, що для пошуку навчальної літератури користуються виключно відкритими електронними ресурсами.

У результаті було розроблено дистанційний навчальний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» (у межах проведення експерименту). Курс проходив з 18 травня 2020 року по 22 травня 2020 року. Курс успішно завершили 643 слухачі, серед них 395 вчителів. Усього на курс зареєструвався 921 слухач. Для проведення курсу було розроблено методику використання хмарних сервісів відкритої науки в навчанні вчителів.

З метою навчити вчителів основам використання хмарних сервісів відкритої науки була розроблена методична система, спрямована на їх професійний розвиток, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів, підвищення рівня їх ІКТ-компетентності.

Під час навчання застосовувались такі *методи навчання*: практичний; проблемне викладання; дослідницький; частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; пояснювально-ілюстративний. Загалом навчання було спрямовано на ознайомлення і

практичне застосування інструментарію (окремих хмарних сервісів) Європейської хмари відкритої науки (EOSC).

У якості *форм навчання* застосовувались лекції, самостійні роботи, комп'ютерний практикум, навчальні і тренінгові заняття; семінари-практикуми, вебінари, пояснення, індивідуальні консультації, дистанційні курси.

Засоби навчання передбачали використання інструментарію (окремих хмарних сервісів: 3DBionotes-WS, Infrastructure Manager (IM), Astronomical Online Data Analysis (AstroODA), Дослідницького графіка OpenAIRE) Європейської хмари відкритої науки (EOSC) та платформи (чи системи) для організації та проведення дистанційних курсів (наприклад, Moodle чи Google Classroom).

Вебплатформа 3DBionotes-WS інтегрує кілька вебслужб та інтерактивний вебпереглядач, щоб забезпечити єдине середовище, у якому біологічні анотації можна аналізувати в їх структурному контексті.

Infrastructure Manager (IM) – це служба з відкритим кодом, яка розгортає складну та індивідуальну віртуальну інфраструктуру на кількох серверних пристроях.

Astronomical Online Data Analysis (AstroODA). Послуга дозволяє користувачам використовувати хмарні наукові процеси аналізу даних астрофізичних обсерваторій/експериментів: місії INTEGRAL та POLAR (з подальшими ресурсами, що розробляються), забезпечуючи перевірені результати, готові до публікації.

Дослідницький графік OpenAIRE дозволяє розробникам реалізовувати послуги для наукової комунікації та аналітики досліджень.

Практичні завдання були орієнтовані на ознайомлення з основними етапами наукового дослідження; вивчення ІКТ задля подальшого використання на кожному етапі наукового дослідження; ознайомлення з сервісами спільного опрацювання даних та сервісами спільної роботи над навчальними проєктами; вивчення структури хмари відкритої науки та класифікації її сервісів; опанування навичок роботи зі спеціалізованими хмарними сервісами як інструментами відкритої науки.

Результативний компонент: розширення доступу до хмарних сервісів для підтримки навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема його науковості, підвищення рівня ІКТ-компетентності.

Рис. 3. Стан сформованості компетентностей відкритої науки у вчителів предметів природничо-математичного циклу ЗЗСО

Для визначення рівня сформованості компетентностей відкритої науки в учителів предметів природничо-математичного циклу (вчителі ЗЗСО – 395 респондентів), виконувалися констатувальні зрізи наступних складників компетентностей відкритої науки: навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички та досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження. Кожний складник розглядався окремо та обчислювався за рівнями: високий, достатній, середній та низький. По завершенню курсу також були виконані зрізи цих самих складників стану сформованості компетентностей відкритої науки (рис. 3). Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що високий рівень сформованості навичок та досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження зріс на 8%, а достатній рівень на 15%. Водночас спостерігається збільшення кількості учасників курсу, які мають достатній рівень навичок та досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею, на 3%.

3.5. Рекомендації щодо запровадження систем відкритої науки в закладах вищої педагогічної освіти та інститутах післядипломної педагогічної освіти

Багато існуючих інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями за рахунок підтримування дослідницького процесу на всіх його етапах та полегшення впровадження практичних розробок у галузі освіти та педагогіки. Співпраця може призвести до того, що новий програмний продукт створюватиметься шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів освіти та установ (навчальних та наукових). Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем призведе до якісної зміни навчального процесу та професійного розвитку вчителів, що, своєю чергою, модернізує в шкільній практиці засоби та методи навчання. Для вдосконалення та стандартизації нових освітніх і наукових практик у педагогічній науці потрібні систематичні підходи до документування, каталогізації та обміну інформацією щодо існуючих даних і сервісів. Нові підходи також залежать від формування відповідних довідкових бібліотек та колекцій хмарних сервісів відкритої науки. Цілісність довідкових бібліотек значною мірою залежить від якості метаданих та документування матеріалів на основі наданих зразків. Тому слід використовувати принципи відкритої науки для забезпечення того, щоб нові методи впроваджувались на всіх етапах освіти.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки спираються на відкриті дані наукових джерел для створення інновацій у сфері педагогіки. Відкриті інноваційні практики, що базуються на використанні відкритих наукових результатів, слугують для впровадження інновацій у сфері освіти та за межами навчальних закладів. Використання принципів відкритої науки – це великий потенціал для прискорення як внутрішньо академічних, так і зовнішніх суспільних процесів навчання та створення нових знань, пришвидшення дослідницьких та інноваційних процесів для пошуку рішень для досягнення цілей сталого розвитку та подолання головних викликів суспільства, а також вдосконалення процесу навчання і професійного розвитку вчителів.

Основна увага має бути зосереджена на інтеграції відкритої наукової освіти та відповідних навичок і компетентностей у процес підготовки та підвищення кваліфікації вчителів. Варто також відзначити, що освітня спільнота та науково-дослідні організації повинні працювати разом для того, щоб забезпечити належний доступ дослідників та освітян до тренінгів з відкритої науки. Крім того, самі дослідники на всіх рівнях є ключем до практик відкритої науки, тому важливо, щоб їх кар'єрне зростання в будь-якому закладі освіти відповідало вимогам відкритої науки.

Для того, щоб перейти до повної і докорінної зміни пріоритетів у бік принципів і підходів відкритої науки, безпосереднього залучення дослідників до сповідування цих принципів, необхідна докорінна зміна культури та мислення в науковому співтоваристві та освітній спільноті. Зокрема традиційні, доцифрові механізми наукової комунікації та визнання глибоко закладені в сучасній академічній практиці, а нові технології до недавнього часу не були впроваджені (зокрема це стосується виникнення і поширення сервісів EOSC, інших Європейських та міжнародних ініціатив). Для здійснення цих змін потрібен комплексний, багатогранний підхід, який передбачатиме [3, с. 27]:

- запровадження в освітню практику, зокрема в закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти, постійних тренінгів, навчальних курсів з підвищення кваліфікації у сфері відкритої науки (зокрема навчання за новими напрямками управління даними фахівців з інформатики та науковців). Це має передбачати змішаний підхід до опанування базовими навичками поряд з активним, незалежним, проблемним навчанням;
- підтримка освітньої діяльності на основі наявності відповідної технічної та допоміжної інфраструктури;
- заохочення та визнання працівників та дослідників, що сповідують принципи відкритої науки, оцінка їх досягнень шляхом запровадження альтернативних показників.
- постійне сприяння розвитку відкритої науки та керівництво нею на всіх рівнях.
- зосередження фокусу уваги суспільства на залученні до практик відкритої науки та визнання їх пріоритетності;
- запровадження і визнання необхідності дотримання практик відкритої науки в закладах освіти та науково-педагогічних дослідженнях.

Учителям всіх категорій потрібно пропонувати можливості або на офіційних курсах, або під час професійної практики, розвивати різні аспекти навичок, що відповідають принципам відкритої науки, наприклад, вимоги до відкритого доступу до даних досліджень та відкритого доступу до публікацій. Оскільки потреби вчителів\викладачів будуть різнитися залежно від їх дисциплінарних вимог та досвіду, у плані розвитку їх особистої кар'єри має бути визначений список визначених потреб у навчанні. Це особливо важливо для вчителів які планують працювати в наукових ліцеях. Окрім того, ці навички повинні постійно розвиватися вчителями на їх кар'єрних траєкторіях. Зазвичай підготовка докторів філософії вимагає високої концентрації. Інші категорії вчителів, які не планують здобувати науковий ступінь, також потребують постійного навчання та розвитку. Хоча наукова підготовка має стати частиною підготовки вчителів наукових ліцеїв протягом усієї кар'єри (наприклад, участь у конференціях, проведення наукових днів та спеціальних навчальних курсів), набуття додаткових навичок, які пов'язані з відкритою наукою, на даний момент не передбачено під час навчання на курсах)підвищення кваліфікації.

У вчителів ЗНЗ рекомендується формувати компетентності відкритої науки на заняттях з курсів підвищення кваліфікації чи курсів перепідготовки вчителів усіх категорій. Мається на увазі, що надані навички матимуть пряме і практичне застосування вчителями у своїй дисциплінарній галузі. Замість того, щоб бути просто загальним «доповненням» до існуючих курсів, для реального залучення викладачів до відкритої науки важливо, щоб цей тип навчання був контекстуалізованим і мав безпосереднє значення для їх роботи. Слід також визнати, що багато з цих навичок слід формувати в межах дослідницького процесу. Тому важливо, щоб це було враховано та визнано. Адже вчителі сприймають можливості для розвитку компетентностей набагато краще на практиці, ніж на навчальних курсах. Для цього підходу рекомендуються режим проблемного навчання та реалізація практичних завдань, наближених до реальних

навчальних ситуацій. Комбіноване навчання за допомогою онлайн-курсів та наставництва також може спрацювати, але лише настільки, наскільки застосовується вбудований підхід. Слухачі курсів підвищення кваліфікації повинні розглядати компетентності відкритої науки як частину набору інструментів та рівня знань, що очікуються від будь-якого професіонала в галузі досліджень. Тому ці курси повинні бути інтегровані з програмами розвитку кар'єри науковців.

Для вчителів, у яких уже сформовані на базовому рівні компетентності відкритої науки, рекомендується додатково розвивати та вдосконалювати їх, можливо, на рівні аспірантури (чи самостійно), посилюючи базові навички з відкритої науки з більш глибоким акцентом на дослідження відкритого доступу. розповсюдження та управління даними, а також додавання тренінгів з питань впливу на дослідження, інновацій та оцінки досліджень (початковий рівень) Знову ж актуальність є ключовою для залучення дослідників. Тому слід пропонувати структуровану підготовку в дисциплінарному контексті дослідника.

Для вчителів, що досягли середнього рівня компетентностей відкритої науки, рекомендується додатково розвивати та вдосконалювати обов'язкові навички відкритої науки шляхом посилення базових навичок відкритої науки щодо розповсюдження досліджень відкритого доступу та управління даними . Крім того, слід зробити більший додатковий акцент на відстеженні та аналізі результатів досліджень, інноваціях та оцінці досліджень на середньому та високому рівнях (відповідні показники досліджень та альтметрика). Рекомендується проводити навчання через дистанційні курси професійного навчання за підтримки викладачів спільноти науковців.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час дослідження було визначено теоретико-методологічні засади проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

Визначено принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки в закладах педагогічної освіти. Це принципи свободи вибору науковця, гнучкості, інваріантності, незалежності наукових досліджень у часі, екстериторіальності, еквівалентності процедур оцінювання якості досліджень, гуманізації досліджень, інтернаціоналізації досліджень, пріоритетності, досконалості, економічної привабливості, несуперечності, легітимності, престижності, маркетингу, системності. Окремо було встановлено принципи проєктування відкритих наукових систем. Було уточнено специфічні принципи, що характерні для хмаро орієнтованих систем.

На основі аналізу Європейської матриці компетентностей відкритої науки уточнено ключові категорії цих компетентностей, які доцільно формувати в процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Зокрема це такі категорії, як: навички та знання, необхідні для публікацій із відкритим доступом; навички та досвід щодо відкритих даних досліджень та відкритого доступу, збирання, управління даними, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження; навички та досвід роботи у власній науковій та дисциплінарній спільноті та поза нею; навички та досвід, що базуються на загальній та широкій концепції науки.

Наведено результати експериментального дослідження з вимірювання рівня сформованості компетентностей відкритої науки у вчителів, що навчались за спеціально розробленою методичною системою і підтверджують зростання рівня сформованості цих компетентностей.

На основі проведеного дослідження запропоновано рекомендації щодо запровадження систем відкритої науки в закладах вищої педагогічної освіти та інститутах післядипломної педагогічної освіти.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямку є розвиток методик формування компетентностей відкритої науки в учителів, а також інших категорій учасників освітнього процесу, їх ширше запровадження у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] "Open Science Monitor. Draft Methodological Note", Brussels, April 30th 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/open_science_monitor_methodological_note_v2.pdf. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[2] "Realising the European Open Science Cloud. First report and recommendations of the Commission High Level Expert Group on the European Open Science Cloud", 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: https://wbc-rti.info/object/document/15412/attach/realising_the_european_open_science_cloud_2016.pdf. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[3] C. O'Carroll, B. Hyllseth, R. Berg, R., et al. *Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science*. Publications Office. 2017. [Електронний ресурс]. Доступно: https://data.europa.eu/doi/10.2777/121253. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[4] V. Bykov, O. Spirin, M. Shyshkina, "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, Ed. By L.Tovazhnyansky, O.Romanovsky, vol. 43 (47), Part.2, Kharkiv, NTU "KhPI", pp. 93-121, 2015.

[5] S. Svetsky, and O. Moravcik, "The empirical research on human knowledge processing in natural language within engineering education," in *WEEF& GEDC 2016: The world engineering education forum & The global engineering deans council*, Seoul, 2016, pp. 10-12.

[6] "Budapest Open Access Initiative". [Електронний ресурс]. Доступно:: http://www.budapestopenaccessinitiative.org/ . Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[7] S. Svetsky, O. Moravcik, and P. Tanuska, "The Knowledge Management IT Support: From Personalized to Collaborative Approach", in *Proceedings of the 14th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organisational Learning. ICICKM 2017*. UK: Academic Conferences and Publishing International Limited, 2017, pp. 253-260.

[8] R. Lakshminarayanan, B. Kumar, and M. Raju, "Cloud Computing Benefits for Educational Institutions". Second International Conference of the Omani Society for Educational Technology, Muscat, Oman: Cornell University Library, 2013, [Електронний ресурс]. Доступно: http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.2616.pdf. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[9] A. Smith, J. Bhogal, and M. Sharma, "Cloud Computing: Adoption Considerations for Business and Education", *2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, 2014, pp. 302-307, doi: 10.1109/FiCloud.2014.54.

[10] "European Cloud Initiative – Building a competitive data and knowledge economy in Europe", Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, 19.4.2016, 13 p., [Електронний ресурс]. Доступно: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0178&from=EN. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[11] В. Ю. Биков, *Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія*. Київ, Україна: Атіка , 2009.

[12] O. G. Glazunova, O. G. Kuzminska, T. V. Voloshyna, T. P. Sayapina, and V. I. Korolchuk, "E-environment based on Microsoft SharePoint for the organization of group project work of students at higher education institutions", *Information Technologies and Learning Tools*, vol.62(6), 2017, pp.98-113, [Електронний ресурс]. Доступно: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[13] N. Harefa, N. F. D. Silalahi, E. Sormin, L. S. L. Purba, and S. Sumiyati, "The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365", *Jurnal Pendidikan Kimia*, vol. 11 (2), 2019, pp. 24-30.

[14] P. Mirowski, "The future (s) of open science", *Social studies of science*, vol. 48 (2), 2018, pp. 171-203.

[15] K. I. J. Maex, Digital University Act.pdf. *University of Amsterdam / Amsterdam University of Applied Sciences. Presentation,* 2021. [Електронний ресурс]. Доступно: https://doi.org/10.21942/uva.13553825.v1. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

[16] C. Allen, and D. M. Mehler, "Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond", *PLoS biology*, vol. 17 (5), 2019, pp. e3000246, doi: https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000246
[17] M. V. Marienko, "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)*, Vol. 429, pp. 108-120. doi: 10.1007/978-3-030-85893-3_8.
[18] V. Bykov, and M. Shyshkina, "Theoretical and Methodological Principles of the Formation of the Cloud-Based Environment of a Higher Educational Institution", *The theory and practice of social systems management*, No. 2, pp. 30-52, 2016.
[19] O. Lavrentieva, R. Horbatiuk, L. Skripnik, O. Kuchma, V. Penia, and M. Pahuta, "Theoretical and methodological bases of designing the educational institution information and consulting environment", *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1840, No. 1, 2021, pp. 012060.
[20] O. Kuzminska, M. Mazorchuk, N. Morze and O. Kobylin, "Attitude to the Digital Learning Environment in Ukrainian Universities", CEUR Workshop Proceedings, vol. 2393, 2019, pp. 53-67.
[21] O. Spirin, V. Oleksiuk, N. Balyk, S. Lytvynova, S. Sydorenko, "The Blended Methodology of Learning Computer Networks: Cloud-based Approach", in *Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops*, vol. 2393, 2019, pp. 68-80, [Електронний ресурс]. Доступно: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_231.pdf. Дата звернення: Трав. 24, 2022.
[22] S. Lytvynova, "Model of cloud oriented learning environment (COLE) of comprehensive educational establishments (CEE) teacher", *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*, vol. 20, 2014, pp. 117-127. doi: 10.14308/ite000502.
[23] I. Ivaniuk, O. Ovcharuk, "The response of Ukrainian teachers to COVID-19: challenges and needs in the use of digital tools for distance learning", Information Technologies and Learning Tools, vol. 3 (77), 2020, [Електронний ресурс]. Доступно: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3952/1661. Дата звернення: Трав. 24, 2022.
[24] A. Offerman, "500,000 data scientists needed in European open research data", 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: https://joinup.ec.europa.eu/community/opengov/news/500000-data-scientists-needed-european-open-research-data. Дата звернення: Трав. 24, 2022.
[25] European Commission. "Communication on the European Research Area: Progress Report 2014 (575 Final)". European Commission, Brussels. 2014.
[26] "Doctoral Training Principles". [Електронний ресурс]. Доступно: https://euraxess.ec.europa.eu/belgium/jobs-funding/doctoral-training-principles. Дата звернення: Трав. 24, 2022.

Матеріал надійшов до редакції 25.05.2022р.

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF FORMATION OF CLOUD-ORIENTED SYSTEMS OF OPEN SCIENCE IN INSTITUTIONS OF HIGHER PEDAGOGICAL EDUCATION

Maiia V. Marienko
PhD of Pedagogical Sciences,
Senior Researcher at the Departmant of Cloud-Oriented Systems of Education Informatization
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-8087-962X
popelmaya@gmail.com

Mariya P. Shyshkina
Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher,
Head of the Departmant of Cloud-Oriented Systems of Education Informatization
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-5569-2700
marimodi@gmail.com

Oleksandr A. Konoval
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Professor at the Department of Physics and Methods of its Teaching
Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-0984-0722
konovaloa@gmail.com

Abstract. The paper investigates the substantiation and development of methodology for using cloud-based open science systems in pedagogical education institutions as one of the promising areas for improving the quality of educational and scientific process, modernization of educational and scientific environment, use of cloud computing tools and services. It is emphasized that the introduction of cloud computing is a current trend in the development of modern pedagogical systems of ICT. The conceptual and terminological apparatus of research of cloud-oriented systems of open science is outlined, in particular, the ways of introduction into scientific circulation and educational-scientific process of such concepts as open science, open data, SMART-data, FAIR-data and others are outlined. The general principles of formation of cloud-oriented systems of open science in educational institutions are clarified, which are classified as principles of open science and general principles that are put forward to the formation of cloud-oriented systems. Criteria and indicators for measuring the competencies of open science are determined. It was found that the competencies of open science should be formed in the process of professional development of teachers. The forms, methods and means of professional development of teachers to use cloud-oriented systems of open science and their components in their educational and professional activities are determined. The main idea is the hypothesis that the design and development of educational and scientific environment through the proposed approach will lead to better access to electronic educational resources and increase the efficiency of ICT, as well as increase competencies in open science participants in the educational process. The results of the pedagogical experiment are given, which confirm the increase of the level of competences of open science due to the use of cloud-oriented methodical system of teacher training in natural and mathematical subjects. Recommendations for the introduction of open science systems in the educational process are substantiated. The analysis and estimation of prospects of development of researches of cloud-oriented systems of open science in educational institutions is carried out.

Keywords: cloud computing; cloud-based learning environment; cloud services; open science; open data; open access; flexibility of the educational process.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

[1] “Open Science Monitor. Draft Methodological Note”, Brussels, April 30th 2018. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/open_science_monitor_methodological_note_v2.pdf. Accessed on: May 24, 2022. (in English)

[2] “Realising the European Open Science Cloud. First report and recommendations of the Commission High Level Expert Group on the European Open Science Cloud”, 2016. [Online]. Available: https://wbc-rti.info/object/document/15412/attach/realising_the_european_open_science_cloud_2016.pdf. Accessed on: May 24, 2022. (in English)

[3] C. O’Carroll, B. Hyllseth, R. Berg, R., et al. *Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science*. Publications Office. 2017. [Online]. Available: https://data.europa.eu/doi/10.2777/121253. Accessed on: May 24, 2022. (in English)

[4] V. Bykov, O. Spirin, M. Shyshkina, “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, Ed. By L.Tovazhnyansky, O.Romanovsky, vol. 43 (47), Part.2, Kharkiv, NTU “KhPI”, pp. 93-121, 2015. (in English)

[5] S. Svetsky, and O. Moravcik, “The empirical research on human knowledge processing in natural language within engineering education,” in *WEEF& GEDC 2016: The world engineering education forum & The global engineering deans council*, Seoul, 2016, pp. 10-12. (in English)

[6] “Budapest Open Access Initiative”. [Online]. Available: http://www.budapestopenaccessinitiative.org/ . Accessed on: May 24, 2022. (in English)

[7] S. Svetsky, O. Moravcik, and P. Tanuska, “The Knowledge Management IT Support: From Personalized to Collaborative Approach”, in *Proceedings of the 14th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organisational Learning. ICICKM 2017*. UK: Academic Conferences and Publishing International Limited, 2017, pp. 253-260. (in English)

[8] R. Lakshminarayanan, B. Kumar, and M. Raju, “Cloud Computing Benefits for Educational Institutions”. Second International Conference of the Omani Society for Educational Technology, Muscat, Oman: Cornell University Library, 2013, [Online]. Available: http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.2616.pdf. Accessed on: May 24, 2022. (in English)

[9] A. Smith, J. Bhogal, and M. Sharma, "Cloud Computing: Adoption Considerations for Business and Education", *2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, 2014, pp. 302-307, doi: 10.1109/FiCloud.2014.54. (in English)
[10] "European Cloud Initiative – Building a competitive data and knowledge economy in Europe", Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, 19.4.2016, 13 p., [Online]. Available: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0178&from=EN. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[11] V. Bykov *Models of Organizational Systems of Open Education.* Kyiv, Ukraine: Atika, 2009. (in Ukrainian)
[12] O. G. Glazunova, O. G. Kuzminska, T. V. Voloshyna, T. P. Sayapina, and V. I. Korolchuk, "E-environment based on Microsoft SharePoint for the organization of group project work of students at higher education institutions", *Information Technologies and Learning Tools*, vol.62(6), 2017, pp.98-113, [Online]. Available: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[13] N. Harefa, N. F. D. Silalahi, E. Sormin, L. S. L. Purba, and S. Sumiyati, "The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365", *Jurnal Pendidikan Kimia*, vol. 11 (2), 2019, pp. 24-30. (in English)
[14] P. Mirowski, "The future (s) of open science", *Social studies of science*, vol. 48 (2), 2018, pp. 171-203.
[15] K. I. J. Maex, Digital University Act.pdf. *University of Amsterdam / Amsterdam University of Applied Sciences. Presentation*, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.21942/uva.13553825.v1. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[16] C. Allen, and D. M. Mehler, "Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond", *PLoS biology*, vol. 17 (5), 2019, pp. e3000246, doi: https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000246 (in English)
[17] M. V. Marienko, "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)*, Vol. 429, pp. 108-120. doi: 10.1007/978-3-030-85893-3_8. (in English)
[18] V. Bykov, and M. Shyshkina, "Theoretical and Methodological Principles of the Formation of the Cloud-Based Environment of a Higher Educational Institution", *The theory and practice of social systems management*, No. 2, pp. 30-52, 2016. (in English)
[19] O. Lavrentieva, R. Horbatiuk, L. Skripnik, O. Kuchma, V. Penia, and M. Pahuta, "Theoretical and methodological bases of designing the educational institution information and consulting environment", *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1840, No. 1, 2021, pp. 012060. (in English)
[20] O. Kuzminska, M. Mazorchuk, N. Morze and O. Kobylin, "Attitude to the Digital Learning Environment in Ukrainian Universities", CEUR Workshop Proceedings, vol. 2393, 2019, pp. 53-67. (in English)
[21] O. Spirin, V. Oleksiuk, N. Balyk, S. Lytvynova, S. Sydorenko, "The Blended Methodology of Learning Computer Networks: Cloud-based Approach", in *Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops*, vol. 2393, 2019, pp. 68-80, [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_231.pdf. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[22] S. Lytvynova, "Model of cloud oriented learning environment (COLE) of comprehensive educational establishments (CEE) teacher", *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*, vol. 20, 2014, pp. 117-127. doi: 10.14308/ite000502. (in English)
[23] I. Ivaniuk, O. Ovcharuk, "The response of Ukrainian teachers to COVID-19: challenges and needs in the use of digital tools for distance learning", *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 3 (77), 2020, [Online]. Available: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3952/1661. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[24] A. Offerman, "500,000 data scientists needed in European open research data", 2016. [Online]. Available: https://joinup.ec.europa.eu/community/opengov/news/500000-data-scientists-needed-european-open-research-data. Accessed on: May 24, 2022. (in English)
[25] European Commission. "Communication on the European Research Area: Progress Report 2014 (575 Final)". European Commission, Brussels. 2014. (in English)
[26] "Doctoral Training Principles". [Online]. Available: https://euraxess.ec.europa.eu/belgium/jobs-funding/doctoral-training-principles. Accessed on: May 24, 2022. (in English)

(cc) BY-NC-SA

ThisworkislicensedunderCreativeCommonsAttribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 InternationalLicense.