

Національний фонд досліджень України
Інститут цифровізації освіти НАПН України

ХМАРО ОРІЄНТОВАНІ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У НАВЧАННІ І ПРОФЕСІЙНОМУ РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

Колективна монографія



**Національний фонд досліджень України
Інститут цифровізації освіти НАПН України**

**ХМАРО ОРІЄНТОВАНІ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ
У НАВЧАННІ І ПРОФЕСІЙНОМУ РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ**

Колективна монографія

2023

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (протокол № 14 від 30.10.2023 р.)

Рецензенти:

Глазунова Олена Григорівна, доктор педагогічних наук, професор, декан факультету інформаційних технологій, Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Овчарук Оксана Василівна, доктор педагогічних наук, професор завідувач відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій, Інститут цифровізації освіти НАПН України.

Авторський колектив: Шишкіна М. П., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Коваленко В. В., Лупаренко Л. А., Сухіх А. С.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів : монографія / Шишкіна М. П., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Коваленко В. В., Лупаренко Л. А., Сухіх А. С. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ЦО НАПН України, 2023. 176 с., іл.

ISBN 978-617-8330-12-5

Представлено результати дослідження «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310), виконаного за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України (2020-2023 рр.).

Визначено зміст основних понять, проаналізовано стан розроблення проблеми дослідження у вітчизняному і зарубіжному освітньому просторі. Досліджено еволюцію засобів і технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки (ХОСВН) в освіті. Обґрунтовано принципи, методи і підходи до формування ХОСВН у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Здійснено аналіз та оцінювання стану дослідження проблеми та використання ХОСВН у вітчизняному освітньому просторі. Визначено засоби і сервіси формування ХОСВН у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Обґрунтовано моделі та методики використання ХОСВН у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Розроблено методичні рекомендації щодо використання сервісів ХОСВН у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи у наукових ліцеях.

УДК 378.091.31:004.9

© Національний фонд досліджень України, 2023.

© Інститут цифровізації освіти НАПН України, 2023.

© Шишкіна М. П., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Коваленко В. В., Лупаренко Л. А., Сухіх А. С., 2023.

ISBN 978-617-8330-12-5

ЗМІСТ

СПИСОК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗМІСТ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ, ЩО СТОСУЮТЬСЯ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	7
1.1. Поняттєвий апарат дослідження.....	8
1.2. Опитування вчителів щодо стану використання сервісів відкритої науки.....	13
РОЗДІЛ 2. СТАН РОЗРОБЛЕННЯ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ У ВІТЧИЗНЯНОМУ І ЗАРУБІЖНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРІ.....	16
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТІ.....	23
РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПІВ, МЕТОДІВ І ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	31
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ВІТЧИЗНЯНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРІ.....	36
РОЗДІЛ 6. ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	40
РОЗДІЛ 7. ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	47
7.1. Використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів: моделі і технології.....	47
7.2. Моделювання системи відкритої науки для професійного розвитку та діяльності вчителів.....	53
7.3. Модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.....	60
РОЗДІЛ 8. МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	67
8.1. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.....	67
8.2. Методика використання відкритої науки вчителями природничо-математичних предметів української школи.....	70
8.3. Методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.....	86
8.4. Методика використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.....	93
8.5. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів.....	98
8.6. Методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.....	106

РОЗДІЛ 9. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДО РОБОТИ У НАУКОВИХ ЛІЦЕЯХ..124

9.1. Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів.....124

9.2. Методичні рекомендації з використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи у наукових ліцелях.....128

9.3. Застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів.....135

9.4. Використання сервісів відкритої науки для вдосконалення дистанційної, комбінованої та сімейної форм навчання у ЗЗСО.....142

9.5. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки із використанням хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки.....148

ВИСНОВКИ.....158

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....163

СПИСОК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДВНЗ	Державний вищий навчальний заклад
ЕРНД	Електронні ресурси наукових досліджень
ЕРНП	Електронні ресурси навчального призначення
ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ЗМІ	Засоби масової інформації
ІКТ	Інформаційні комунікаційні технології
МОН	Міністерство освіти і науки
НАПН	Національна академія педагогічних наук України
ХОСДН	Хмаро орієнтована система дистанційного навчання
EOSC	European Open Science Cloud – Європейська хмара відкритої науки
ERA	European Research Area – Європейський дослідницький простір
OECD	Організація економічного співробітництва та розвитку
OUCI	Open Ukrainian Citation Index

ВСТУП

Однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого 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. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання та професійного розвитку вчителів.

Проблема модернізації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) у відповідності із сучасними досягненням науково-технічного прогресу на думку багатьох українських вчених потребує першочергової уваги. Тому однією із основних умов для поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних кадрів необхідним є використання інноваційних педагогічних технологій, зокрема, запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти.

Актуальність дослідження обумовлено необхідністю модернізації освітнього процесу в ЗЗСО, приведення його у відповідність сучасним досягненням науково-технічного прогресу, що є запорукою підготовки висококваліфікованих, ІКТ-компетентних вчителів.

Дослідження виконано в рамках проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

У межах поставлених завдань визначено поняттєвий апарат, уточнено зміст основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; визначено стан розроблення проблеми дослідження у вітчизняному і зарубіжному освітньому просторі; досліджено еволюцію засобів і технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті; обґрунтовано принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; проведено аналіз та оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі; визначено засоби і сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; обґрунтовано модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; розроблено методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; обґрунтовано методичні рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи у наукових ліцеях.

РОЗДІЛ 1. ЗМІСТ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ, ЩО СТОСУЮТЬСЯ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

Відкрита наука (Open Science) належить до пріоритетних напрямів європейської дослідницької, науково-інноваційної політики. Це – принципово новий підхід до наукового процесу, філософія наукових досліджень, заснована на високих стандартах прозорості, співробітництва та комунікації, що базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань шляхом використання цифрових новітніх і засобів і технологій. Відкрита наука передбачає в першу чергу зміни для науковців – відкритий доступ до публікацій і результатів досліджень, а також роз'яснення і поширення участі в науці серед громадян. Очікується, що ці зміни забезпечать більшу прозорість, колаборацію та цілісність досліджень у короткостроковій перспективі, підвищать якість науки в довгостроковій перспективі.

Роль хмарних технологій у навчальному процесі ґрунтовно досліджено В. Ю. Биковим [7]. Створення хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища було розглянуто українськими вченими В. Ю. Биковим, А. М. Гуржієм та М. П. Шишкіною [7]. Можливості використання хмарних сервісів у роботі викладача ЗВО досліджували у своїх працях Т. А. Вакалюк [10], К. Р. Колос, С. О. Семеріков та О. М. Спірін. О. Г. Глазунова, А. Ф. Манако та М. П. Шишкіна [98] обґрунтували теоретико-методичні засади формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти.

Однак, з урахуванням проекту «Положення про наукові ліцеї», де вказано, що до складу співробітників мають бути залучені педагогічні чи науково-педагогічні працівники, слід звернути увагу на поглиблення наукової складової у підготовці вчителів, що працюватимуть, безпосередньо у наукових ліцеях. Як зазначає у своїй доповіді В. І. Ночвай, співмодератор 5 пріоритету робочої групи МОН України з формування Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору [79], що наразі заплановані заходи щодо розвитку відкритої науки в Дорожній карті інтеграції України до Європейського дослідницького простору. Відкрита наука базується на 6-ти ключових пріоритетах. Мета відкритої науки – це доступне поширення наукових здобутків як науковцям, так і всім охочим та зацікавленим верствам населення. Тобто це: публікації відкритих досліджень, заходи для забезпечення відкритого доступу до результатів експерименту, полегшення написання наукових публікацій та їх вільного використання в подальших дослідженнях. Можна вважати, що хмаро орієнтовані системи, за підтримки відкритої науки поєднують в собі риси адаптивних систем навчання. Проте, як показують дослідження науковців, адаптивність можна розуміти в кількох значеннях. Тому, в даному випадку слід розглянути в першу чергу, який зміст закладено в поняття «хмаро орієнтована система».

1.1. Поняттєвий апарат дослідження

З метою дослідження проблеми використання хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів було *визначено сучасний стан розроблення проблеми запровадження цих систем в освітній процес, зокрема, в аспекті підготовки педагогічних кадрів до роботи у науковому ліцеї. Здійснено аналіз і інтерпретацію проміжних результатів опитування вчителів щодо стану використання сервісів відкритої науки, розпочатого в травні 2020 року. Обґрунтовано необхідність поглиблення методологічних засад, науково-методичного опрацювання нових підходів, розроблення моделей і методик використання систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти.*

На основі аналізу вже існуючих понять та термінів варто уточнити зміст основних понять хмаро орієнтованих систем відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів.

Т. А. Вакалюк трактує поняття "хмаро орієнтована система підтримки навчання": "Під хмаро орієнтованою системою підтримки навчання ми будемо розуміти таку систему, в якій виконання дидактичних цілей передбачає використання хмарних сервісів і технологій, і яка забезпечує групову співпрацю викладачів та студентів, розробку, управління, а також поширення навчальних матеріалів із наданням спільного доступу суб'єктам навчального процесу засобами хмарних технологій" [10]. Авторкою досить детально розписано кожен компонент створеної моделі та їх зв'язки.

В дослідженні М. В. Россовицької і А. М. Стрюка [155] зазначається, що ті категорії, на які розподілені науковцями хмаро орієнтовані засоби навчання і складають собою дану систему.

О. М. Кривonos та О. В. Коротун уточнюють поняття хмаро орієнтованої системи дистанційного навчання: «... хмаро орієнтована система дистанційного навчання – це хмарний сервіс для організації навчального процесу, що дозволяє створювати, управляти та поширювати навчальні матеріали в електронному вигляді, контролювати та оцінювати результати навчання, формувати звітну документацію» [42]. Проте, О. В. Коротун, наголошує на тому, що подібна хмаро орієнтована система дистанційного навчання повинна бути максимально простою у використанні та адмініструванні [38]. Проблеми, що можуть виникнути в процесі використання CANVAS, як правило не стосуються користувача, їх на себе бере компанія розробник. При цьому, як і усі хмарні сервіси, дана хмаро орієнтована система не потребує додаткового встановлення на пристрій стороннього програмного забезпечення, налаштування, а тим паче, потужних апаратних засобів. Відповідно до проведеного дослідження О. В. Коротун можна стверджувати, що подібні хмаро орієнтовані системи, що являють собою програмне забезпечення як послугу, набувають в Українських закладах вищої освіти (ЗВО) найбільшої популярності у використанні в освітньому процесі [38].

В подальших дослідженнях О. В. Коротун наводить дещо змінене, авторське означення: "... хмаро орієнтована система дистанційного навчання

(ХОСДН) – це розміщена у хмарі система дистанційного навчання для організації освітнього процесу, використання якої дозволяє створювати, управляти й поширювати навчальні матеріали в електронному вигляді, організовувати комунікацію та спільну роботу між суб'єктами навчання, контролювати й оцінювати результати навчання, формувати звітну навчальну документацію [36].

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

Обґрунтування сутності відкритої науки є складним, але одним із основних аспектів є соціологічний: наукове знання – це продукт соціальної колаборації, і право власності на нього належить громаді. З економічної точки зору наукові результати, отримані в результаті державних досліджень, є суспільним благом, яке кожен повинен мати можливість використовувати безкоштовно.

Пояснюючи поняття «відкрита наука» науковці [133] включають до його змісту підвищення ефективності, контролю та відтворюваності результатів, повторне використання наукової роботи та підвищення прозорості всіх наукових процесів.

Згідно з [99], відкрита наука – це рух за надання вільного доступу до даних наукових досліджень та їх розповсюдження для будь-якого члена суспільства, що дозволяє повторно використовувати, перерозподіляти та відтворювати основні дані та методи представлених досліджень.

У дослідженні [167] відкриту науку розглянуто як прозорі та доступні знання, якими обмінюються та які розширюють користувачі за допомогою спільних мереж.

Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD) визначає відкриту науку у широкому сенсі як загальну доступність (у цифровому форматі, без обмежень або з мінімальними обмеженнями) результатів досліджень, що фінансуються за державний рахунок [147]. При цьому мається на увазі, що принципи відкритості пронизують дослідницький цикл на всіх його етапах, сприяють співпраці й обміну знаннями, що призводить до системних змін у теорії і практиці реалізації наукових досліджень (рис. 1.1).

Відкрита наука не є абсолютно новою концепцією, хоча консенсус щодо цього поняття та його широке використання відбулися відносно нещодавно. Для позначення трансформації наукової практики використовується багато інших термінів: спільна наука, відкриті дослідження, Наука 2.0, е-Наука тощо. Однак, за результатами опитування, проведеного Європейською комісією [130], встановлено, що саме терміну «відкрита наука» віддає перевагу більшість зацікавлених сторін (стейкхолдерів), а саме – 43% опитаних респондентів.

Свого роду, відкрита наука є парасольковим терміном, що охоплює різні рухи, спрямовані на усунення бар'єрів для спільного використання будь-якого виду продукції, ресурсів, методів чи інструментів на всіх етапах дослідницького процесу. Таким чином, відкритий доступ до публікацій, даних досліджень, програмного забезпечення з відкритим кодом, відкритої співпраці, відкритої експертної оцінки, відкритих електронних освітніх ресурсів, відкритих монографій та багато ін. – все це знаходиться в сфері відкритої науки.



Рис. 1.1. Забезпечення відкритості на різних етапах дослідницького процесу [168]

Пояснюючи зміст поняття «відкрита наука» науковці S. Hilpert, C. Kaldemeyer, U. Krien, S. Gunther, C. Wingenbach, G. Plessmann включують до змісту поняття підвищення ефективності, контролю та відтворюваності результатів, повторне використання наукової роботи та підвищення прозорості всіх наукових процесів [133].

Науковці R. Vicente-Saez та C. Martinez-Fuentes надають наступне означення відкритої науки: «Відкрита наука – це прозорі та доступні знання, якими обмінюються та які розширюють користувачі за допомогою спільних мереж [167].

S. Bartling та S. Friesike у своєму дослідженні [110] виокремлюють 3 напрями, які вважають відкритою наукою:

1. Напрямок «Державна школа»: зобов'язання зробити науку доступною для громадськості. S. Bartling та S. Friesike [110], як прихильники державної школи стверджують, що наука повинна бути доступною для широкої аудиторії. Основне припущення в цьому полягає в тому, що соціальні веб-мережі Web 2.0 дозволяють вченим, з одного боку, відкрити та поширити кожен етап дослідження, а з іншого, підготувати результати своїх досліджень для зацікавлених пересічних громадян, які не пов'язані з наукою (існує два різних напрями в державній школі: перший стосується доступності дослідницького процесу, другий – зрозумілості результату дослідження (продукту)). Обидва напрями включають відносини між науковцями та громадськістю та визначають відкритість як форму відданості широкій аудиторії.

2. Напрямок «Демократична школа»: прихильники стурбовані концепцією доступу до знань. На відміну від «Державної школи», яка сприяє доступності з точки зору участі в дослідженні та її зрозумілості, прихильники «Демократичної школи» зосереджуються на головному доступі до продуктів досліджень. Це здебільшого стосується публікацій досліджень та наукових даних, а також вихідних матеріалів, цифрових зображень графічних та графічних матеріалів або мультимедійних матеріалів.

3. Напрямок «Школа інфраструктури»: представники займаються технічною інфраструктурою, яка може забезпечити нові дослідницькі практики в Інтернеті, здебільшого програмні засоби та додатки, а також обчислювальні мережі. Тобто, інфраструктурна школа розглядає відкриту науку як технологічну проблему. Тому література з цього питання часто орієнтована на практику та залежить від конкретного випадку; він зосереджується на технологічних вимогах, що полегшують конкретні практики досліджень (наприклад, Open Science Grid).

Виходячи з проведеного дослідження, вважаємо, що *хмаро орієнтована система відкритої науки* – це сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм адаптованим під потреби певного користувача.

Як зазначено в роботі [35], ціла низка проєктів, що актуалізовані в парадигмі відкритої науки (відкриті архіви, бібліотеки та репозиторії, спеціалізовані соціальні мережі, бази даних і наукометричні сервіси тощо) сприяли її розвитку. До зазначених сервісів, що надають актуальну інформацію за конкретними темами та надають можливість розміщення публікацій і результатів власних досліджень у відкритому доступі відносяться: ArXiv.org, SocArXiv, Altmetrics, Academia.edu, ResearchGate, Mendeley, Livejournal, MySpace, Facebook, OpenDOAR, SHERPA/JoMEO й SHERPA/JULIET.

Згідно з [168], відкрита наука головним чином стосується таких аспектів: відкриті дані (open data); відкритий доступ; (open access); відкрите рецензування (open peer review); відкриті джерела (open source); відкриті освітні ресурси (open educational resources); громадянська наука (citizen science). На рис. 1.2 відображено дерево таксономії відкритої науки. Однак, аналіз джерельної бази показує, що основна увага зосереджується на двох напрямках: відкриті дані досліджень та відкритий доступ до наукових публікацій.

Відкритий доступ до публікацій стосується можливості вільного доступу до них – безоплатно, часто без попередньої реєстрації, чи ін. Тобто, будь-який учений, маючи цифровий засіб із доступом до мережі Інтернет може за потреби вільно читати, завантажувати та використовувати потрібні матеріали незалежно від часу і місця перебування. При цьому види доступу можуть відрізнятися.



Рис. 1.2. Дерево таксономії відкритої науки [111]

Типовою є наступна градація:

– Платиновий відкритий доступ – результати досліджень, що опубліковані в журналах з відкритим доступом. Такі статті є безкоштовним і для читача, і для автора;

– Золотий відкритий доступ – результати досліджень, що опубліковані в журналах з відкритим доступом. Такі статті безкоштовні для читача (оплачуються авторами, видавництвом чи ін.) і зазвичай ліцензовані для спільного та повторного використання;

– Зелений відкритий доступ – результати досліджень, що опубліковані у формі статей журналах, а також доступні у формі пре- чи постпринту статті в сховищах відкритого типу. Зазвичай це виглядає таким чином: автор подає свій матеріал у журнал, після чого депонує копію у безкоштовному сховищі (наприклад, на сайті наукового-дослідного інституту, який фінансував цю роботу). При цьому депоновані матеріали є безкоштовними для читача та частково безкоштовними для автора (окремі видавці можуть стягувати оплату за додаткові послуги – друковану версію, ліцензію чи ін.);

– Бронзовий відкритий доступ – результати досліджень, що опубліковані в журналах з відкритим доступом, які розповсюджуються за передплатою, однак без відкритої ліцензії. Відсутність ліцензії означає, що видавець може припинити доступ до публікацій(-ії) у будь-який момент, у зв'язку з чим «бронзовий доступ» часто не вважають відкритим. Окрім цього, «бронзові» статті можна читати, однак, не можна завантажувати, повторно використовувати і т.д.;

– Гібридний відкритий доступ – результати досліджень, що є публікаціями в журналах, які розповсюджуються за передплатою та мають ліцензію. «Гібридні» журнали містять як статті у вільному доступі, так і закритому. Для того, щоби публікація стала «відкритою», автор має сплатити відповідний внесок.

1.2. Опитування вчителів щодо стану використання сервісів відкритої науки

Для проведення дослідження, було створено експериментальні майданчики, на базі яких було розпочато в травні 2020 р. опитування вчителів, які брали участь у підвищенні кваліфікації. Наразі ми отримали наступні результати: з 824 опитаних лише 27% (221 респондент) знайомі з концепцією відкритої науки, або принаймні чули щось про дану концепцію. Лише 191 респондент (23%) з 824 вчителів чули про Європейську хмару відкритої науки. Водночас більшість з опитаних (789, що становить 96%) вважають, що саме вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю.

Окремим запитанням було досліджено використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами (рис. 1.3). Досить цікавими результатами стало те, що більшість з опитаних використовують для комунікації в навчальному процесі додаток-месенджер Viber (799 респондентів, що становить 97%) та соціальні мережі (обрали 639 респондентів, що складає 77,5%), які навряд чи можна назвати сервісами відкритої науки. Також в процесі бесіди було встановлено, що більшість респондентів не зовсім розуміє, в чому саме має виражатись відкритість сервісу та які саме переваги матиме вчитель, використовуючи сервіси відкритої науки в освітньому процесі.

824 ответа

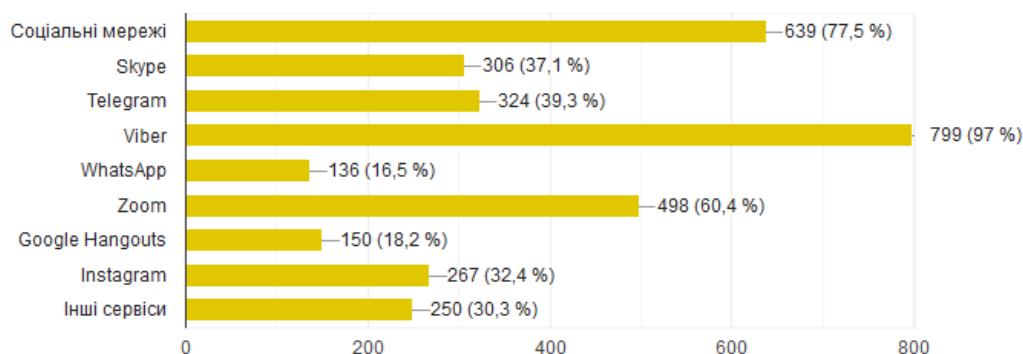


Рис. 1.3. Розподіл використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами

Вважаємо, що частково проблема незначного використання вчителями сервісів відкритої науки, полягає в тому, що більшість з них – англomовні. Так лише 262 респонденти (31,8%) використовують англomовні ресурси та сервіси (рис. 1.4). Дехто з респондентів надає перевагу лише друкованим ресурсам, це 11 респондентів (1,3%). Однак, переважна більшість (551 респондент, що складає 66,9%) не використовує взагалі англomовні сервіси. З бесіди, стало зрозуміло, що це пов'язано з недостатнім рівнем володіння вчителями англійською мовою. Однак, локалізованих сервісів, що можна використати в освітньому процесі не багато. Не беручи до уваги сервіси відкритої науки.

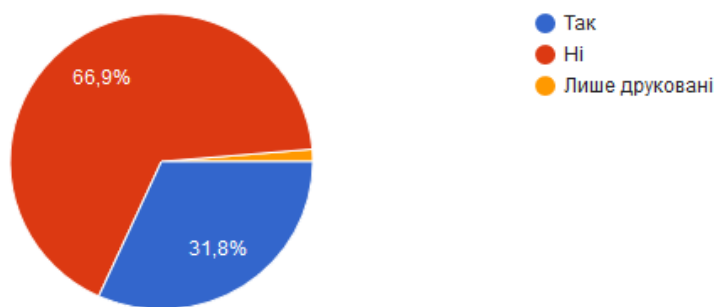


Рис. 1.4. Відсотковий розподіл використання вчителями англомовних ресурсів чи сервісів

Про низьку обізнаність з перевагами використання сервісів відкритої науки, можуть свідчити результати опитування (рис. 1.5) щодо можливих шляхів оприлюднення наукових результатів. При цьому одним з провідних шляхів вчителі вважають друк в фаховому журналі 523 (63,5%). Однак, лише 310 респондентів (37,6%) обрали розміщення матеріалів в електронних бібліотеках. Хоча, як показує аналіз наукової літератури, в Україні саме електронні бібліотеки з відкритим доступом перегляду та завантаження матеріалів можна вважати одним з сервісів відкритої науки.

824 ответа

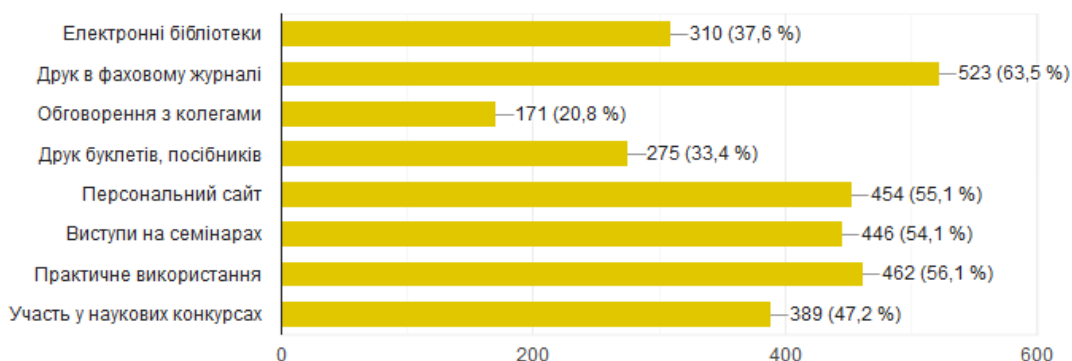


Рис. 1.5. Шляхи оприлюднення наукових результатів

Також досить часто вчителі власні напрацювання розміщують на персональному сайті (454, що становить 55,1%) чи практично використовують: одноосібно чи разом з колегами (462 чи 56,1%).

Обговорення. Використання хмарних технологій та хмарних сервісів в освітньому процесі є досить перспективним напрямом сучасних українських досліджень. Тому хмарні сервіси знайшли своє місце як в освітньому процесі ЗВО, так і ЗЗСО. Про це свідчать ряд захистів дисертаційних робіт за даною тематикою: С. Г. Литвинова "Теоретико-методичні основи проектування хмаро-орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу" [49], М. П. Шишкіна "Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу" [98], Т. А. Вакалюк "Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики" [11], О. В. Мерзликін "Хмарні технології як

засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики" [69], Т. Я. Вдовичин "Використання мережних технологій відкритих систем у навчанні майбутніх бакалаврів інформатики" [14], М. В. Мар'єнко (Попель) "Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики" [84], Т. В. Волошина "Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій" [15], О. В. Коротун "Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики" [36], В. О. Хрипун «Хмарні сервіси Google як засіб управління освітньою діяльністю закладу дошкільної освіти» [92] та ін. Також не одна науково-дослідна робота присвячена даній тематиці: "Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу" (ДР № 0115U002231, 2015-2017), "Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти" (ДР № 0118U003161, 2018-2020), "Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища" (ДР № 0117U000198, 2017-2019) та ін. Проте, даний напрямок досліджень залишається не достатньо вивченим, про що можуть свідчити координації нових тем наукових досліджень в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні при НАПН України. Інтерес науковців до хмаро орієнтованих середовищ, хмаро орієнтованих систем не вщухає, не дивлячись на фундаментальні праці з даного напрямку. Хоча такі поняття для української педагогічної науки як "хмарні технології", "хмарні сервіси", "хмаро орієнтовані системи", "хмаро орієнтовані середовища" не нові, проте в наукових дослідженнях відбувається певне ототожнення вказаних понять. Крім того, не до кінця визначено співвідношення між поняттями "хмаро орієнтовані системи" та "хмаро орієнтовані середовища".

РОЗДІЛ 2. СТАН РОЗРОБЛЕННЯ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ У ВІТЧИЗНЯНОМУ І ЗАРУБІЖНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРИ

Протягом останніх років у результаті численних розробок у всьому світі сформувалося чітке та послідовне бачення впровадження парадигми відкритої науки як рушійної сили для створення нової концепції прозорої науки, керованої даними. Відкрита наука, відкритий доступ, відкриті дані та відкритий код стають все більш популярними та необхідними. Однак широкого впровадження цих практик в Україні ще не досягнуто. Однією з причин є те, що дослідники не впевнені в тому, як використання матеріалів, що потрапили у спільний доступ, вплине на їхню кар'єру. В той же час, попри певні ризики, пов'язані з наданням даних у спільний доступ, відкриті матеріали призводять до збільшення цитувань, уваги ЗМІ та колег, ширших можливостей для організації колективної роботи над однією науковою проблемою та додаткового фінансування. Подібні висновки є свідченням того, що відкриті наукові дослідження виявляються більш корисними для суспільства і наукової спільноти порівняно з традиційними закритими практиками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) було розроблено робочою групою, створеної згідно з Наказом МОН України від 11.09.17 № 1273 (до складу робочої групи було включено М. П. Шишкіну). 5-й пріоритет даного документа містить підрозділ «Відкрита наука і цифрові інновації». 22.03.2018 Дорожню карту було схвалено рішенням колегії Міністерства освіти і науки України протокол № 3/1-7. У листопаді 2018 року запущено в дію Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC), сервіси якої доступні для використання. Тому питання методології і методик широкого запровадження цих сервісів в освітній процес стоять особливо актуально.

Різні аспекти відкритої науки в теоретичному і практичному сенсі розглядали вчені, серед яких: Г. Андрощук, Ю. Бажал, Ю. Бистрова, К. Бояринова, Л. Горбунова, Г. Корепанов, М. Згуровський, В. Зінченко, К. Лобузін, О. Мар'їна, І. Матюшенко, А. Матюхіна, М. Мельник, Ю. Нікітін, В. Ночвай, А. Петренко, Н. Ревуцька, Н. Рудь, Б. Санто, І. Тараненко, Г. Чесборо та ін.

Низка вітчизняних (М. З. Згуровський, О. В. Карпенко, А. І. Петренко, О. В. Риженко, С. Я. Свистунова, О. С. Чмир, А. Ю. Шевченко та ін.) і закордонних (I. Foster, Zh. Wu, Kesselman, Ch. Huajun та ін.) учених досліджують питання цифрових трансформацій, електронної науки, е-інфраструктур і т.ін.

В Україні досягнуто значущих результатів щодо вивчення теоретичних та методологічних засад моделювання і проєктування інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти, впровадження хмарних технологій в організації освітньо-наукових систем (В. Ю. Биков, О. Г. Глазунова, М. І. Жалдак, О. Г. Кузьминська, С. Г. Литвинова, А. Ф. Манако, Л. Ф. Панченко, С. О. Семеріков, О. В. Співаковський, О. М. Спірін, А. М. Стрюк, М. П. Шишкіна та ін.).

Питання запровадження та використання хмаро орієнтованих систем в освіті є об'єктом досліджень учасників проекту, співробітників Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (С. Г. Литвинова, Л. А. Лупаренко, М. В. Мар'єнко, Ю. Г. Носенко, А. С. Сухіх, М. П. Шишкіна), якими здійснено низку науково-дослідних робіт, присвячених впровадженню хмаро орієнтованих систем в освітній процес. Окрім цього, за останні роки підготовлено та видано низку колективних монографій, присвячених тематиці хмарних технологій в освіті, співавторами яких були учасники проекту [70; 72; 89].

В останні роки в Україні реалізовано кілька міжнародних проектів, присвячених питанням реалізації пріоритетів відкритої науки у закладах освіти. Зокрема, з 2016 року реалізується проект «Громадська синергія: посилення участі громадськості в євроінтеграційних реформах». В межах цього проекту 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 проект DocHub, присвячений структуризації співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України. В межах цього проекту 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 у процес підготовки вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їх формування і використання у закладах освіти, ці питання ще потребують теоретичних та експериментальних досліджень, уточнення підходів, моделей, методів і методик, можливих шляхів впровадження. Зокрема, практично не розробленими залишаються теоретико-методологічні аспекти визначення структури, функцій, засобів і технологій проектування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, форми і методи їх використання у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

У вимірі цифрової трансформації розвиток системи освіти і науки України спрямований на гармонізацію з європейськими та світовими науковими ініціативами. Виокремлено основні напрями цифровізації [87]:

- створення освітянських ресурсів і цифрових платформ з підтримкою інтерактивного та мультимедійного контенту для загального доступу закладів освіти та учнів/студентів, зокрема інструментів автоматизації головних процесів роботи закладів освіти;

- розроблення та впровадження інноваційних комп'ютерних, мультимедійних та комп'ютерно орієнтованих засобів навчання та обладнання для створення цифрового навчального середовища (мультимедійні класи, науково-дослідні STEM-центри, лабораторії, класи змішаного навчання);

- організація широкосмугового доступу до мережі Інтернет учнів/студентів у навчальних класах та аудиторіях в закладах освіти всіх рівнів;
- розвиток дистанційної форми навчання з використанням когнітивних та мультимедійних технологій.

На сайті Європейської Комісії декларується: «Відкрита наука передбачає певні перетворення через інструменти ІКТ, мережі та засоби масової інформації, щоб зробити наукові дослідження більш відкритими, глобальними, спільними, творчими та близькими до суспільства» [99]. Це новий підхід до проведення досліджень і поширення їх результатів за допомогою цифрових інструментів, а також комбінований вплив технологічного розвитку і спрямованості на культурні зміни щодо співпраці у науці. Відкрита наука покликана зробити наукові процеси більш ефективними, прозорими та ефективними, пропонуючи нові інструменти для наукового співробітництва, експериментів і аналізу, а також надати більшої доступності науковим знанням.

У концептуальному документі «Відкрита наука» («Open Science», 2015) визначено п'ять її основних пріоритетів [139]:

Відкритий доступ (ВД). Передумови та рух за відкритий доступ було розпочато зі створення у 1991 р. Полом Гіспаргом (Paul Ginsparg) ресурсу arXiv.org та ідеї «самоархівування» Стефана Харнада (Stevan Harnad) у 1994 р. [81]. Основні положення концепції ВД було задекларовано у «Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities» [113], «Bethesda Statement on Open Access Publishing» [114] та «Budapest Open Access Initiative» [117] 2003 року. Зокрема, в останній з них *відкритий доступ* визначено як вільний доступ через мережу Інтернет до рецензованої наукової літератури, що дозволяє будь-якому користувачеві читати, завантажувати, копіювати, розповсюджувати, друкувати, шукати чи створювати посилання на повні тексти статей, використовувати їх для індексування, при створенні програмного забезпечення чи будь-яких інших законних цілей без фінансових, юридичних чи технічних перешкод, окрім тих, що пов'язані з доступом до Інтернету [117]. Забезпечення ВД реалізується шляхом публікації статей в журналах відкритого доступу (*Gold road (Золотий шлях)*) або ж самоархівуванням (*self-archiving*) автором своїх статей у відкритих інституційних репозитаріях (*Green road (Зелений шлях)*) [81].

Публікація у відкритому доступі нині визнана найкращою моделлю поширення наукових даних, що надає можливість швидше і ширше поширювати знання цифровими засобами, включаючи такі нетрадиційні форми розповсюдження, як соціальні медіа.

Відкриті дані – це цифрові дані у різних кількісних форматах, протоколи, стенограми, нотатки, аудіо чи відео, що продукуються на всіх етапах дослідження і є основою для обґрунтування, обговорення та підтвердження його результатів. У контексті відкритості вони мають відповідати таким вимогам:

- дані, включаючи метадані, повинні бути доступними у зручній формі, придатній до змінювання і редагування, бажано шляхом завантаження через Інтернет і не більше ніж за адекватну ціну за відтворення;

– дані повинні надаватися на умовах, що надають можливість повторного використання і перерозподілу, включаючи змішування з іншими наборами даних.

– кожна людина повинна мати можливість первинно або повторно використовувати і перерозподіляти дані без жодної дискримінації щодо сфери її діяльності, певної особи або їх груп.

Відкриті методи. Передбачається надання онлайн чітких відомостей про методи, що використовуються у ході дослідження, наприклад шляхом використання наукових блогів і коментування, відкритих анотацій та бібліографічних списків, інструментарію управління посиланнями, цифрових ідентифікаторів об'єктів (DOI), цифрових відеосховищ, що надають можливість візуально документувати методи та ін. Це робить дослідницькі проекти доступними в мережі Інтернет, забезпечуючи доступність до їх документації, включаючи планування, формулювання проблеми та дизайн дослідження, експериментальні умови, протоколи робочих процесів, неопрацьовані дані, інтерпретацію і, навіть, констатацію невдалих результатів.

Відкрита освіта, що надає можливість навчатись дистанційно, використовувати відкритий контент, наприклад, відкриті освітні ресурси (вільно розповсюджені підручники, навчальні відео-лекції, дані відкритих бібліотек та архівів). Нові цифрові освітні платформи для масових відкритих онлайн курсів створюють мережу осіб, які мають потребу або бажання навчатись, та надають можливість використовувати користувачам інтерактивні форуми.

Відкрите оцінювання. З постійним зростанням кількості наукових публікацій зростає важливість оцінювання їх якості та впливу. Експертне оцінювання, окрім усталеної практики запрошених рецензентів та їх письмових відгуків, передбачає ще й залучення добровільних експертів, які коментують або переглядають науковий матеріал після публікації. Поряд з бібліометричним оцінюванням статей на основі їх цитування, нині розробляється низка нових альтиметричних показників, що доповнюють традиційні засоби та включають наукометричні рейтинги, статистику використання і цитування в поєднанні з відомостями із соціальних медіа. Фундаментальною необхідністю переходу до відкритого оцінювання є також ідентифікація дослідників, наприклад за допомогою цифрових ідентифікаторів ORCID і ResearcherID (Publons), розрізнення та пов'язування результатів їх досліджень (книг, статей, цитувань, патентів).

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України вже має певний досвід у запровадженні принципів відкритої науки. Принципи та пріоритети відкритої науки дотримуються завдяки використанню хмарної платформи навчання та досліджень Microsoft Office 365 для підтримки процесів співпраці. Серед них було спілкування, пошук інформації, дослідження даних, обмін результатами та методами, управління контентом, оскільки всі необхідні матеріали, такі як інструктивні матеріали, статті, навчальні матеріали, колекції документів тощо, наразі підтримуються та доступні на платформі. Адаптивне управління контентом підтримується завдяки Електронній бібліотеці НАПН України, який використовувався для обробки доступних даних на базі стійкої моделі. Таким чином, усі дані, зібрані в ході дослідження, були обґрунтованими,

доступними, сумісними та доступними для багаторазового використання для всіх співробітників Інституту. Це повинно було забезпечити відкритість та гнучкість процесів наукового співробітництва.

У 2017 р. за участю МОН України розроблено дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA). А вже восени 2018 р. запущено в дію Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC), сервіси якої доступні для використання.

EOSC – це не нова інфраструктура чи програмний пакет, це процес надання доступних для всіх дослідників даних досліджень у Європі за однакових умов використання та розповсюдження. Ініціатива має на меті впровадити в європейську культуру використання відкритих даних досліджень, які можна виявити, отримати доступ, взаємодіяти та використовувати багаторазово, отже, дозволяючи всім європейським дослідникам здійснити шлях до науки, керованої даними (так звані, принципи FAIR: *Findability* – відшукуваність, *Accessibility* – доступність, *Interoperability* – сумісність, *Reusability* – багаторазовість) – набір керівних принципів, що забезпечують відшукуваність, доступність, сумісність і багаторазовість використання даних.).

EOSC передбачає взаємозв'язок існуючих європейських інфраструктур даних, інтеграцію хмарних рішень великої ємності та, з часом, розширення сфери послуг для залучення користувачів з різних галузей науки. Зусилля, спрямовані на розвиток стійких спільних систем, як передбачає EOSC, докладаються, зокрема, у галузі культури даних, дослідницьких служб даних, федеральної архітектури та співфінансування [118].

Можна очікувати, що спільна інфраструктура даних призведе до повторного використання досліджень з максимальною користю для науки та суспільства:

- 1) дозволить стимулювати обмін даними;
- 2) посилить наукову складову освітнього процесу та підготовку вчених;
- 3) призведе до структурування та створення мереж дослідницьких інфраструктур даних, які можна використати для постійного та надійного зберігання даних;
- 4) створить потребу довгострокового фінансування цих інфраструктур.

У 2018 р. Україна через Український національний грид приєдналася до Ради Європейської грид-інфраструктури (EGI Council) – міжнародної електронної інфраструктури, створеної для надання передових обчислювальних послуг та аналізу даних для досліджень та інновацій. У перспективі наша країна отримає такі переваги:

- можливість пропонувати надійні цифрові послуги для користувачів – як науковців, так і промисловості;
- більше можливостей для колаборації між дослідниками та індустрією через спільні проекти;
- технологічна та ресурсна підтримка участі України в EOSC, можливість реалізації пілотного проєкту для створення Національного центру EOSC в Україні [130].

Наразі триває співпраця робочої групи «Цифровізація науки та Хмара відкритої науки», до якої ввійшли представники МОН України, Національної

академії наук України, Наукового комітету Національної ради з питань розвитку науки і технологій України, бізнесу, громадських ініціатив та європейських представників відповідних проєктів: «Horizon 2020», EOSC hub, EOSCpilot та OpenAire Advance [94].

Прикладом відкритого доступу до наукових цитувань в Україні є Open Ukrainian Citation Index (OUCI) – пошукова система та база даних наукових цитувань, які надходять від усіх видань, що використовують сервіс Cited-by від Crossref та підтримують Initiative for Open Citations.

У жовтні 2020 р. розпочато проєкт «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) – переможець конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», що реалізується за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України. Започаткуванню проєкту передував багаторічний досвід його учасників, якими упродовж 2010-2020 рр. проведено 7 науково-дослідних робіт за галузевою тематикою (керівники робіт – С. Г. Литвинова, М. П. Шишкіна), в межах виконання яких досягнуто низку вагомих результатів, зокрема:

- запропоновано модель оцінювання якості програмних засобів навчального призначення, що використовуються у 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, такі як: 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;

- обґрунтовано модель хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, що охоплює процеси його формування і розвитку, відображену в монографії [70];

- 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 ім. М. В. Остроградського);

- розроблено методичні рекомендації щодо формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища у закладах педагогічної освіти, що відображено у роботі [76].

У результаті підготовки і реалізації проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» деталізовано не вирішені раніше частини проблеми: розроблення методології і методик використання сервісів Європейської хмари відкритої науки в освітньому процесі і впровадження їх у процес підготовки вчителів. Європейська хмара відкритої науки офіційно запущена в дію 23.11.2018, тому визначення шляхів використання її сервісів в освітньому процесі є актуальним завданням, що потребує вивчення і опрацювання. Передбачається дослідити поняттєвий 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 у цьому процесі; обґрунтувати і розробити модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів; на основі запропонованої моделі розробити методики і експериментальним шляхом перевірити ефективність їх використання.

Застосування результатів наукового дослідження може бути здійснено в системі вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. Результати наукового дослідження можуть бути використані науковцями, які здійснюють дослідження та розробки, спрямовані на розвиток хмарних ІКТ-сервісів у системі педагогічної освіти, педагогами-практиками для ознайомлення з сучасними тенденціями формування і розвитку хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТІ

Наука і освіта є невід’ємними і вагомими чинниками розвитку інформаційного суспільства. У Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», яку планують розширити і продовжити до 2030 р., розвиткові вітчизняного наукового потенціалу відведено значну роль, заплановано цілу низку структурних перетворень, серед яких – інтеграція науки і освіти, їхній розвиток на засадах прозорості і відкритості. При цьому доцільно враховувати досвід успішних країн, глобальні перетворення й тенденції, цифровий поступ, історичні уроки та ін.

Як зазначає В.Г.Кремень, «ми є свідками входження світу в нову сучасність, в епоху становлення глобального світу, в якому невпинно розширюються взаємозв’язки і взаємозалежність індивідів, держав, націй, інтенсивно формуються планетарний інформаційний простір, трансконтинентальний ринок капіталів, товарів, робочої сили, активізується техногенний вплив на природне середовище, ускладнюються етнічні і міжкультурні зв’язки та відносини» [37].

У розрізі побудови глобального інформаційного простору і суспільства знань, європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для науково-інноваційної політики – відкриту науку (Open Science). Це – новий підхід до наукового процесу, заснований на високих стандартах прозорості і співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань за допомогою сучасних цифрових засобів і технологій. Відкрита наука передбачає низку змін, серед яких: відкритий доступ до публікацій і результатів досліджень. Це означає, що будь-які дослідники та ін. представники суспільства різних країн отримують можливості для вивчення сучасних результатів, інструментів та методів дослідження за будь-якою тематикою.

Вже сьогодні можемо говорити про те, що цінність дослідження визнається не тим, наскільки активно його цитують, а тим, наскільки воно представлено у відкритих журналах (наприклад, MethodsX, Data in Brief та ін.), наскільки воно доступне широкому загалу потенційних читачів. Поняття відкритого доступу широко обговорюється серед наукової спільноти. Поняття «відкрита наука» і «відкритий доступ» часто застосовують у синонімічному сенсі. Однак, вважаємо, що поняття відкритої науки все ж є більш складним та співвідноситься з підвищенням цінності та результативності науки в цілому, а також якості освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітчизняні (М.З.Згуровський, В.О.Копанєва, А. І. Петренко, С. Я. Свистунов, О. С. Чмир, А.Ю.Шевченко та ін.) і закордонні (S. Albagli, P. Baumgartner, B. Fecher, P. L. Fernandes, S. Hilpert, Zh. Wu. Kesselman, R.C.S. Pacheco, R. Vicente-Saez, та ін.) учені досліджують питання цифрових трансформацій, е-науки та е-інфраструктур.

Здійснено аналіз сучасних тенденцій і понять наукової комунікації (В.О.Копанєва); розглянуто місце цифрової науки в міжнародних проєктах, зокрема «Горизонт 2020» (М. З. Згуровський); розглянуто питання організації відкритого доступу до наукової та освітньої інформації в Україні (О.С.Смуг);

проаналізовано, яким чином цифрова наука змінює продуктивність праці, розширює кордони та протиставляється традиційним процесам у науці (R.C.S.Pacheco) та ін.

Теоретичні та методологічні засади моделювання і проєктування інформаційно-освітніх середовищ, впровадження хмарних технологій в організації освітньо-наукових систем досліджувалися В. Ю. Биковим, О. Г. Глазуною, С. Г. Литвиною, О.В.Співаковським, О. М. Спіріним, А. М. Стрюком, М. П. Шишкіною та ін. Зокрема, охарактеризовано шляхи формування систем науково-педагогічної інформації в Україні з використанням хмарних сервісів і ресурсів, у т.ч. відкритих журнальних систем, електронних бібліотек, наукометричних сервісів і баз даних та ін. (В. Ю. Биков); здійснено огляд інформаційних систем оцінювання науково-дослідної діяльності (О. В. Співаковський); розкрито сутність концепції «академічної хмари», обґрунтовані її структурні елементи (О. Г. Глазунова); розглянуто теоретичні основи використання систем відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів (М. П. Шишкіна) та ін.

Однак, дослідження щодо обґрунтування історичних етапів еволюції засобів і технологій відкритої науки у світі, раніше не здійснювалося [74].

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

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

На *першому етапі*, початок якого можна пов'язати з виникненням Інтернет (1993 р.), мережні технології практично одразу починають застосовуватися для підтримування відкритого навчання і досліджень. Згідно з класифікацією етапів еволюції інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ), розробленої В.Ю. Биковим, перше покоління ІКМ було пов'язано з формуванням ринку ІКТ транспорту, розвитку ІКТ-аутсорсингу. Функціонально-технологічні особливості ІКМ на цьому етапі уможливлювали транспортування файлів даних і програм, функціонування сервісів електронної пошти, форумів, електронних дошок та ін. Ці мережні технології до певної міри можна було вважати інструментами підтримування відкритих досліджень, хоча це були скоріше технології, які передували формуванню мережних інструментів систем відкритої науки, найважливішими з яких стали інформаційно-освітні мережі, електронні бібліотеки, засоби управління проєктами та інші, що виникли трохи пізніше. Згідно з класифікацією В.Ю. Бикова, їх можна віднести до другого покоління

розвитку ІКМ, а саме – контентних ІКМ. Контентне наповнення ІКМ другого покоління утворюють бази даних з різних предметних галузей, інформаційні ресурси сайтів і тематичних порталів, інформаційні ресурси соціальних мереж і спільнот, контент систем е-дистанційного навчання, науково-освітні мережі, електронні бібліотеки.

Відкритий доступ (ВД) (Open Access) – це вільний доступ через мережу Інтернет до рецензованої наукової літератури, що дозволяє будь-якому користувачеві читати, завантажувати, копіювати, розповсюджувати, друкувати, шукати чи створювати посилання на повні тексти статей, використовувати їх для індексування, при створенні програмного забезпечення чи будь-яких інших законних цілей без фінансових, юридичних чи технічних перешкод, окрім тих, що пов'язані з доступом до Інтернету [117]. У роботі [74] виокремлено такі основні етапи становлення руху за ВД:

- 1991 р. – створення Полом Гіспаргом (Paul Ginsparg) першого онлайнового архіву електронних препринтів наукових праць із математики, фізики, комп'ютерних наук, біології та статистики – arXiv.

- 1994 р. – просування Стівеном Харнадом (Stevan Harnad) ідеї «самоархівування» (self-archiving) – депонування автором безкоштовної копії електронного документа (рецензованих статей, матеріалів конференцій, розділів книг) в інституційному репозитарії або у відкритому архіві з метою забезпечення відкритого доступу до нього, читання та підвищення цитованості.

- 1999 р. – створення Ініціативи відкритих архівів (Open Archives Initiative, OAI) (<https://www.openarchives.org>) – організації, що розробляє та просуває стандарти інтеперабельності для обміну каталоговою інформацією (метаданими) між архівами та репозиторіями з метою ефективного поширення електронних ресурсів, а також підвищення доступності до наукової інформації.

- січень 2001 р. – розроблення протоколу збирання метаданих (Protocol for Metadata Harvesting, OAI-PMH), що дозволяє автоматизовано отримувати метадані ресурсів, розміщених у сумісних репозитаріях.

- 2001 р. – розроблення системи ліценцій Creative Commons для захисту авторських прав у мережі Інтернет, що уможлиблюють легальну публікацію, пошук і використання аудіо-, відео- та текстових творів вільно та безкоштовно.

- 14 лютий 2002 р. – оприлюднена Будапештської декларації відкритого доступу (Budapest Open Access Initiative (BOAI)).

- 11 квітня 2003 р. – задекларовано Положення Bethesda про відкритий доступ (Bethesda Statement on Open Access).

- 20-22 жовтня 2003 р. – підписана Берлінська декларація про відкритий доступ до наукових та гуманітарних знань (Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities).

- 7 липня 2008 р. – Наказ ВАК України №436/311 «Про затвердження Порядку передавання електронних копій періодичних друкованих наукових фахових видань на зберігання до Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського» з метою зберігання та забезпечення ВД до них.

Забезпечення ВД нині реалізується переважно шляхом публікації статей у журналах відкритого доступу (gold road (золотий шлях)) або ж самоархівуванням

автором своїх статей у відкритих інституційних репозитаріях (green road (зелений шлях)).

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

У цей період відбуваються технологічні зміни у розвитку ІКМ. Формується наступне покоління цих мереж – сервісні ІКМ, що забезпечують надання доступу до широкого спектру мережних сервісів. Виникають перші платформи дистанційного навчання, наприклад, Moodle (2001 р.). Поряд з удосконаленням систем дистанційного навчання, електронних бібліотек, порталів і т.ін., характерною ознакою цього періоду стає розвиток науково-освітніх інформаційних мереж, як провідних інструментів підтримування науково-освітньої взаємодії і досліджень.

Науково-освітні інформаційні мережі (НОІМ) – це автоматизовані інформаційні системи, що наповнені відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, забезпечують інформаційну підтримку освіти і науки, технологічно використовують комп'ютерну ІКТ платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів [5]. Виникають і набувають поширення НОІМ, які підтримуються організаціями, створеними Європейським Союзом, Радою Європи та спільними зусиллями Ради Європи та ЮНЕСКО, зокрема це такі НОІМ, як EURYDICE, EUDISED і CEDEFOP [80].

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

Крім зазначених мереж, в Європі сьогодні існують численні НОІМ, що працюють на міжнародному рівні і об'єднуються з іншими загальносвітовими і загальноєвропейськими НОІМ. Найбільш відомими і потужними з них в Європі є мережі GEANT – Європейська науково-дослідна мережа і SINSEE (Scientific Information Network South East Europe) – Науково-освітня мережа південно-східної Європи. GEANT охоплює переважну більшість університетів і наукових установ країн ЄС, об'єднана з мережею США (Abilene), науковими мережами Японії та інших країн [5].

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

У цей період у Європейському освітньому просторі було відпрацьовано більш скоординований підхід до розвитку науково-дослідницьких мереж і інфраструктур, зокрема це виявилось у створенні Європейського форуму зі стратегій щодо науково-дослідницьких інфраструктур (European Strategy Forum on Research Infrastructures). У межах здійснення дослідницьких програм Європейського Союзу РП7 та Горизонт 2020 було здійснено понад 44 проєктів, спрямованих на розвиток правової організації, управління та фінансового планування дослідницьких інфраструктур. У 2006 році була прийнята Дорожня карта формування дослідницьких інфраструктур, реалізація якої розпочалася в 2007 році. Перша доповідь щодо результатів реалізації дорожньої карти була оприлюднена у 2010, на той час вже була створена 51 дослідницька інфраструктура [5].

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

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

Завдання впровадження найдосконаліших ІКТ-інструментів, таких як технології хмарних обчислень, постало у цей час одним з головних пріоритетів у галузі ІКТ для освіти, розвитку відкритої науки та освітнього простору. Про це свідчила низка урядових ініціатив з різних країн та прийняття міжнародних документів, зокрема «Цифрова програма для Європи» (Digital Agenda for Europe), 2010 р., «Європейська стратегія хмарних обчислень у Європі» (European Cloud Computing Strategy in Europe), 2012 р., згідно з якою хмарні обчислення були визнані пріоритетними напрямками, які мали значний вплив на розвиток Європейського дослідницького простору та формування ідей відкритої науки [122].

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

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

У 2015 році було розроблено концептуальний документ «Відкрита наука» [151], який визначив п'ять основних пріоритетів відкритої науки:

Відкритий доступ; Відкриті дані; Відкриті методи; Відкрита освіта; Відкрите оцінювання.

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

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

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

Провідною ідеєю цієї ініціативи було формування Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC). Як платформа для реалізації Європейської хмарної ініціативи вона мала надати віртуальне середовище для зберігання, обміну та повторного використання великих обсягів даних, що породжувалися революцією «великих даних», і об'єднати потужності основних пан-Європейських дослідницьких інфраструктур, таких як EGI, EUDAT CDI, INDIGO-DataCloud та інші [122].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Реалізовувати дослідження доцільно у закладах вищої педагогічної та післядипломної педагогічної освіти. Одним із кінцевих результатів постає саме хмаро орієнтована методична система відкритої науки, спроектована із використанням сервісів і технологій, що щойно виникли і продовжують

формуватися нині. Саме їх освітнє опрацювання і має бути внеском дослідження, це не було розглянуто раніше.

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

Завдяки використанню хмарних сервісів відкритої науки можна сформувати у закладі освіти поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати навички колективної роботи над навчальними проектами, модерувати спільну роботу студентів та викладачів, ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організовувати час і наявні ресурси. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього вчителя, відповідно до сучасних вимог інформаційного суспільства. У створеному середовищі можна застосовувати інноваційні методи навчання, зокрема, методи дослідницького навчання, навчання у співробітництві, проєктного навчання. Виникає більше можливостей для студента або слухача взяти участь у дискусії, звернутися зі своїми питаннями до викладача або до інших членів групи, активно залучитися до здійснення наукової діяльності. Він має персоніфікований доступ до навчальних і дослідницьких ресурсів, а також може брати участь у колективній роботі з ними, в залежності від тих цілей, які будуть поставлені [95].

РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПІВ, МЕТОДІВ І ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

Інтеграція до Європейського дослідницького простору є одним із пріоритетів розвитку науки в Україні, що, зокрема, передбачено Угодою про асоціацію між Україною та ЄС [91]. Разом з тим, для ефективної інтеграції України до Європейського дослідницького простору Міністерство освіти і науки України разом з широким колом стейкхолдерів підготувало відповідну Дорожню карту. Її було розроблено робочою групою, створеної згідно з Наказом МОН України від 11.09.17 №1273. Документ передбачає 6 пріоритетів інтеграції української науки до Європейського дослідницького простору, кожен з яких включає цілі, заходи та інструменти, а також індикатори їх досягнення [17].

5-й пріоритет даного документа містить підрозділ «Відкрита наука і цифрові інновації».

Ще одним визначальним кроком стала співпраця ЮНЕСКО з міжнародним науковим співтовариством з метою просування відкритої науки і зміцнення співпраці у запобіганні загрозам, спричиненим COVID-19.

У 2020 році відбулася онлайн-нарада з проблематики COVID-19 та відкритої науки, в якій взяли участь представники України. На сайті постійного представництва України при ЮНЕСКО зазначено найсуттєвіші питання зустрічі [101]:

- об'єднання знань, заходів для підтримки наукових досліджень і зменшення розриву знань між країнами;
- мобілізація керівників, дослідників, новаторів, видавців та громадського суспільства з метою забезпечення вільного доступу до наукових даних, результатів досліджень, освітніх ресурсів і науково-дослідних установ;
- зміцнення зв'язків між наукою та політичними рішеннями для задоволення суспільних потреб;
- відкрита наука для суспільства під час закритих кордонів між країнами.

Документ [124] представляє консолідовану дорожню карту щодо можливих рекомендацій ЮНЕСКО у питаннях відкритої науки.

У своєму інтерв'ю А. Г. Загородній [18] пояснює які можливості EOSC (яку можна розглядати як хмаро орієнтовану систему відкритої науки) пропонує користувачам, це: спільне використання цифрових інфраструктур, база для обчислень надвисокого рівня, можливе використання сервісів на всіх етапах досліджень, співпраця та координація існуючих наукових здобутків провідних університетів Європи. При цьому вже наявні українські інфраструктури в подальшому будуть включені до складу EOSC. При цьому EOSC не є регулярним органом управління. Переваги впровадження EOSC в Україні А. Г. Загородній вбачає в [18]: підвищення якості досліджень, економія коштів, боротьба з шахрайством та підробленням результатів досліджень, прискорення фундаментальних та прикладних досліджень, закріплення міждисциплінарних

зв'язків. А. Г. Загородній вважає [18], що потрібно запроваджувати навчальні та підготовчі курси, семінари з опанування та впровадження хмарних технологій, адже це сприятиме пришвидшенню процесу використання EOSC в Україні. EOSC має невичерпні можливості не лише для науковців, але й для освіти в цілому.

Для того, щоб обґрунтувати принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів в першу чергу слід розглянути загальні принципи відкритої науки [32].

Згідно [112] термін «відкритість» в даному контексті означає, що будь-хто може вільно отримувати доступ, використовувати, змінювати та ділитися з будь-якою метою даними. Тоді трактуючи термін «відкрита наука» розуміємо «виконання досліджень таким чином, щоб інші дослідники (викладачі, вчителі) могли співпрацювати один з одним та робити свій внесок, де дані досліджень, лабораторні висновки та інші дослідницькі процеси є у вільному доступі, що допоможе повторно використовувати, перерозподіляти та відтворювати дослідження та його основні дані та методи» [112].

В «Дорожній карті відкритої науки LIBER» [135] основними принципами відкритої науки, вважається відкритість, прозорість та підзвітність у всіх аспектах досліджень.

Відкрита наука означає кардинальну зміну процесів трансформації природи, науки та інновацій шляхом інтеграції ІКТ у процес досліджень та розвитку Інтернет-культури відкритості та обміну [131]. Він є більш відкритим, більш глобальним і загальним, більш креативним і наближеним до суспільства. Він спирається на використання електронної інфраструктури, тобто на послуги, засновані на ІКТ, та засоби для обробки даних та досліджень у віртуальних та спільних середовищах. Тому О. Г. Глазунова та М. П. Шишкіна окреслюють наступні принципи відкритої науки [131]: принцип технологічного розвитку, принцип відкритого доступу до результатів досліджень та процесів, принцип дослідницької співпраці, що передбачає використання платформ та інфраструктур, принцип взаємодії з суспільством, принцип інноваційного характеру відкритої науки.

В праці [112] зазначено, що до принципів відкритої науки відносять: відтворюваність; прозорість експериментальних методів, спостережень та збору даних; доступність та повторне використання наукових даних; доступ громадськості та прозорість наукової роботи спілкування; використання веб-інструментів для полегшення наукової співпраці та відтворюваності.

Науковці R. Vicente-Saez, R. Gustafsson та L. Van den Brande [166] спроектували концептуальну модель управління відкритою наукою та інноваціями в університетах у цифровому середовищі. Модель виділяє чотири ключові принципи відкритої науки в епоху цифрових технологій, на яких базується робота науково-дослідних груп в університетах: прозорість та доступність наукових результатів, авторизація та участь у науковому виробництві. Ці принципи лежать в основі відкритого обміну даними.

Тому згідно з проведеними дослідженнями, принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів будуть розподілені як: принципи відкритої науки та загальні принципи, що стосуються усіх хмаро орієнтованих систем.

До принципів відкритої науки віднесемо:

- принцип відкритості (відкриті наукові дані, відкритий доступ до наукових досліджень та їх результатів);
- принцип гнучкості (можливість гнучкого формування індивідуальних планів і програм навчання і наукового дослідження, оволодіння необхідними знаннями і спеціальностями, а також добору методів здійснення і форм організації навчальних і наукових досліджень);
- принцип прозорості (способи та методи використані в межах певного дослідження мають бути прозорими та зрозумілими, прозорими проведені всі експериментальні дослідження та зібрані дані);
- принцип доступності (всі проміжні дані, наукові здобутки мають бути доступними для подальшого використання іншими науковцями, викладачами, вчителями);
- принцип співпраці з науковими товариствами (використання спільних платформ чи хмарного інструментарію для досягнення спільних цілей, обміну досвідом між різними групами суспільства).

Можна віднести до них і принципи відкритої освіти, що стосуються більш широкого об'єкта дослідження, в той же час притаманні і відкритій науці: гнучкості; свободи вибору науковців і наукового колективу; інваріантності структури, незалежності в часі, екстериторіальності, пріоритетності наукового підходу, інтернаціоналізації та ін. [6];

Аналізуючи дослідження [6] та [131] до загальних принципів формування хмаро орієнтованих систем віднесемо:

- принцип варіативності (наявність різноманітного інструментарію, що задовільнить потреби різних спільнот користувачів з різним рівнем знань);
- принцип індивідуалізації (забезпечення особистісно-орієнтованого підходу, налаштування інтерфейсу користувача в залежності від поставлених задач);
- принцип інтерактивності (забезпечення зворотного зв'язку та пристосування до пристроїв користувача);
- принцип надійності (забезпечення тривалого та стабільного постачання ресурсів у відповідності до запитів користувачів);
- принцип інтеграції (хмаро орієнтовані сервіси, що включені до хмаро орієнтованої системи інтегруються з іншим інструментарієм, наявність подальшої інтеграції сторонніх сервісів чи систем).

Враховуючи досвід С. Г. Литвиної [45] та специфіку хмаро орієнтованих систем відкритої науки формування подібних систем відбуватиметься згідно з наступними підходами (виключно специфічні підходи):

- часовий підхід (передбачає прогнозування результатів навчання та професійного розвитку вчителів);
- інтеграційний підхід (методично виважене використання традиційних методів і форм навчання з комп'ютерно орієнтованими, використання результатів наукових досліджень в навчальних цілях);
- проєктувальний підхід (прогнозування дій та організацію навчального процесу в межах хмаро орієнтованої системи);

– дослідницький підхід (використання результатів наукових проєктів та взаємозв'язок зі спільнотами науковців призведе до ширшого використання академічного навчання);

– особистісно-орієнтований підхід (врахування індивідуальних особливостей усіх учасників навчального процесу).

Специфіка ліцеїв, зокрема природничо-математичних, фізико-математичних, медичних, хіміко-технологічних та ін. потребує додаткових сервісів для демонстрації процесів живої та неживої природи. Для вирішення цієї проблеми вчителі ліцеїв можуть скористатися можливостями комп'ютерного моделювання та сервісами хмари відкритої науки, зокрема European Open Science Cloud Європейська хмара відкритої науки (EOSC), загальноєвропейська екосистема, що розширює можливості мільйонів дослідників та фахівців у галузі науки та техніки протягом усього життєвого циклу досліджень (<https://www.eosc-portal.eu>), забезпечує доступом до відкритих даних наукових досліджень [105]. Такий підхід розширює кругозір не тільки ліцеїстів, а самих вчителів, поглиблює їхні знання про наукові дослідження та надає уявлення про розвиток світової науки [46]

Вивчаючи досвід О. Д. Коротун [36] окреслимо такі методи для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів:

– метод оптимізації навчання (добір мінімального інструментарію, що забезпечить розв'язання поставлених задач);

– метод використання авторських розробок (навчального матеріалу, добір різнорівневих завдань);

– метод самооцінювання (учасники навчального процесу оцінюють виконання робіт один одного);

– метод групових досліджень (із залученням спільноти науковців та їх результатів досліджень в рамках навчального процесу);

– метод змішаного навчання (поєднання та комбінування різних форм організації навчального процесу).

Визначені методи доцільно запроваджувати у процес навчання і професійного розвитку вчителів із використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки, що уможливають розроблення авторських навчальних матеріалів і компонентів, добір різнорівневих завдань у хмаро орієнтованому середовищі, організацію процесів самооцінювання, використання елементів змішаного навчання та ін.

Мережа ліцеїв, використання принципів, підходів та методів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, як для навчання, так і для професійного розвитку вчителів ліцеїв, реалізація різноманітних проєктів, формування новітнього інформаційно-освітнього середовища, використання цифрового освітнього контенту, створять умови для досягнення єдиної освітньої мети і побудови нового компетентнісного змісту ліцейної освіти і забезпечить якість профільної середньої освіти. Для професійного розвитку вчителя засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем мають стати ключовими інструментами.

Для професійного розвитку вчителя засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем мають стати ключовими інструментами. Отже, в будь-який момент вчитель ліцею має доступ до своїх матеріалів і документів; він отримує можливість формувати траєкторії розвитку кожного учня з конкретної навчальної дисципліни; полегшується освітня комунікація (проведення он-лайн лекцій, вебінарів, практикумів, лабораторних і практичних робіт, тренінгів, круглих столів); наявна можливість використовувати відео і аудіо файлів в онлайн-режимі; з'являються принципово нові можливості для організації проектної діяльності, досліджень та адаптації навчального матеріалу до реального життя [45; 43; 44].

Перспективними, на нашу думку, є такі аспекти дослідження, оцінювання стану використання хмаро орієнтованих засобів і сервісів в освітньому середовищі ліцеїв [46].

РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ВІТЧИЗНЯНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРИ

В останні роки в Україні здійснено низку міжнародних проєктів і заходів, присвячених поширенню практик відкритої науки у вітчизняному освітньо-науковому просторі [27; 90]. Зокрема, у 2017-2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проєкт DocHub. В межах цього проєкту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів [82].

У 2018-2020 рр. цим проєктом проводилося дослідження щодо обізнаності про відкриту науку в Україні. У першому етапі дослідження взяли участь 1037 респондентів з усіх областей України, серед них наукові, науково-педагогічні працівники, аспіранти, докторанти, молоді вчені [82]. Тим часом, нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо у процес підготовки вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім [32].

Серед проєктів, що відбувалися у вітчизняному освітньому просторі в останні роки, не можна оминати увагою проєкт «Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи (OPTIMA)», що здійснюється Національним університетом Львівська Політехніка, у консорціумі з низкою інших ЗВО в Україні (https://lpnu.ua/optima?fbclid=IwAR3z4Wau2VLc0l1u98NK2nALwqFy4AG9oFRiP74-AMM_hf3ATzV74KCWh5E).

Тривалість проєкту: з 15 січня 2021 р. до 14 січня 2024 р. Програма: Erasmus+ KA2 (проєкти співпраці). Основна мета проєкту «Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia» (OPTIMA), назву якого можна перекласти як «Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи», – впровадження ідей та практик Відкритої науки в Україні з метою покращення якості освітніх послуг. Серед пріоритетів OPTIMA: робота з переміщеними українськими університетами, фокус на проблемах зміни клімату та інклюзивність завдяки використанню сучасних інформаційних технологій.

Загалом, метою проєкту є покращення якості вищої освіти в Україні шляхом підвищення рівня академічної доброчесності через привнесення відкритих практик та прозорості у відповідні освітні послуги та зміст навчання, а також модернізації та інтернаціоналізації українських ЗВО. (<https://lpnu.ua/optima/meta-i-tsili-proiektu>).

В Україні здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, з 2012 р.), у діяльності спільних науково-дослідних лабораторій з проблем використання хмарних технологій в освіті (Інститут інформаційних технологій і

засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Житомирський державний університет, Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди) та ін.

У 2020 році авторами дослідження започатковано опитування щодо обізнаності освітян з практиками відкритої науки. З попередніми результатами опитування і їх аналізом можна ознайомитися у публікаціях [29]. У 2021 р. опитування було продовжено серед вчителів, також були долучені інші категорії освітян – науково-педагогічні працівники, магістри педагогічних спеціальностей, які є тим контингентом, що має або матиме безпосередній вплив на освіту вчителів. Наразі у ньому взяли участь учителі (414). Опитано декілька груп осіб, що власне підтвердило існуючу тенденцію. Виявилось, що більшість респондентів (80%) не були знайомі з концепцією відкритої науки, її принципами та не знають що собою представляє Європейська хмара відкритої науки (EOSC). При цьому всі респонденти відповіли, що для пошуку навчальної літератури користуються виключно відкритими електронними ресурсами. Аналізуючи отримані результати [29] бачимо, що слухачі курсів підвищення кваліфікації (вчителі) майже не знайомі ані з відкритою наукою, ані з хмарними сервісами відкритої науки.

Було проведено опитування студентів спеціальності Інформаційно-комунікаційні технології в освіті, 011 Освітні, педагогічні науки, 01 Освіта/Педагогіка, 2020-2021 н.р. Загальна кількість респондентів становить – 19 студентів (рис. 5.1, рис. 5.2). Слід зауважити, що лише 1 респондент із загальної кількості опитаних повністю розуміє що таке відкрита наука чи відкриті дані. Натомість 15 студентів відповіли, що їм лише дещо відомо про дані поняття (рис. 5.1). Лише 1 респондент знає достатньо про Європейську хмару відкритої науки та може вказати конкретні типи сервісів, навести приклади використання. 6 студентів відповіли, що взагалі не знають що це таке – Європейська хмара відкритої науки (рис. 5.2).



Рис. 5.1 – Обізнаність студентів з відкритою наукою чи відкритими даними



Рис. 5.2 – Обізнаність студентів з Європейською хмарою відкритої науки

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 та наразі налічує 469 учасників (охоплені всі області України). Кожного дня група збільшується за рахунок залучення нових учасників. Після наповнення групи більшою кількістю учасників буде проведене 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.

Долучитися до опитування, що наразі триває, можна за посиланням: <https://forms.gle/SbA7aGdo7KaF8UKGA>. Також у групі буде передбачено можливість ознайомлення з результатами у відкритому доступі.

Розроблені у процесі роботи над проектом навчальні матеріали були використані у низці навчальних заходів [9] – вебінарів, семінарів, онлайн-тренінгів, дистанційного курсу для вчителів (взяли участь загалом понад 800 осіб).

У процесі аналізу отриманих результатів опитування можна стверджувати, що, дізнавшись про нові хмарні сервіси, респонденти в подальшому планують ними користуватись (рис. 5.3) [9]. Водночас до початку проведення навчальних заходів респонденти в більшості випадків для пошуку літератури користувались Google пошуком (98,9%). Особливу увагу учасників привернули сервіси відкритого доступу до матеріалів: arXiv.org (46,1%) та Електронна бібліотека НАПН України (67,3%). Учасники навчальних заходів не лише ознайомились зі спеціалізованими хмарними сервісами, але тепер можуть точно вказати, які типи уроків найбільше потребують підтримки того чи іншого хмарного сервісу (рис. 5.4). Так, на думку респондентів, найкращими для використання спеціалізованих хмарних сервісів будуть уроки: застосування знань, умінь і навичок (69%) та узагальнення та систематизації знань (69,6%). До початку навчання більшість респондентів взагалі не використовували спеціалізовані хмарні сервіси (1,8% з усіх опитаних користувались хмарними системами комп'ютерної математики).

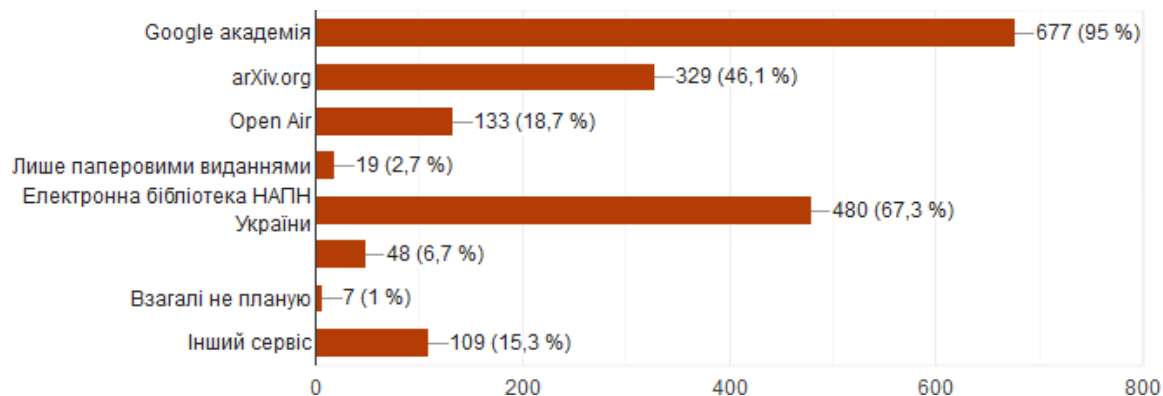


Рис. 5.3. Використання слухачами курсу сервісів для подальших пошуків наукової літератури

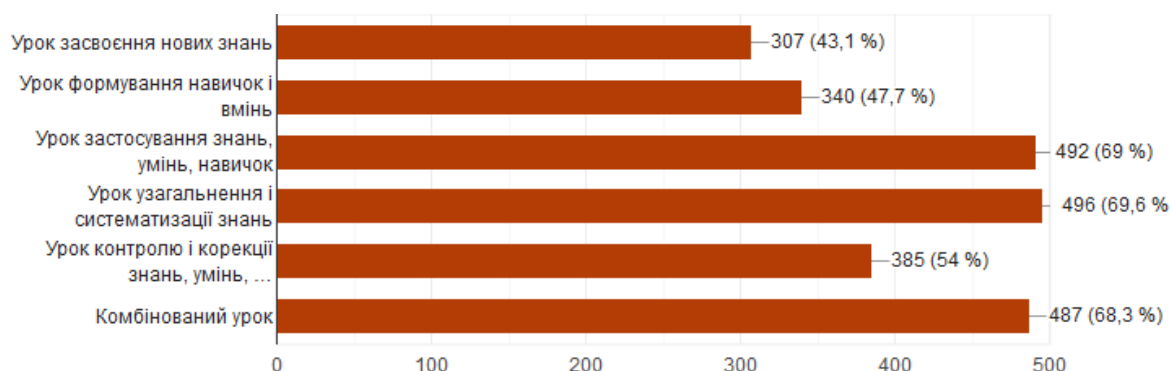


Рис. 5.4. Використання спеціалізованих хмарних сервісів залежно від типу уроку

Низький рівень використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у практиці освіти обумовлений такими чинниками: низька обізнаність вчителів з наявними сервісами та широкими можливостями їх використання у процесі їхнього навчання і професійного розвитку; відсутністю спеціально розроблених моделей та методик запровадження цих сервісів.

РОЗДІЛ 6. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСОБІВ І СЕРВІСІВ ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

Розглянемо детальніше різноманітні цифрові ресурси, що можливо застосовувати педагогічними працівниками для професійного розвитку і самоосвіти.

Платформа з різноманітними масовими відкритими онлайн-курсами “Prometheus”. На даній платформі розміщено відео лекції викладачів провідних університетів України, курси університетів світу, форуми для обговорення, тести з метою перевірки засвоєних знань та сертифікати за всі виконані завдання. “Prometheus” орієнтований на освітян та є зручним у використанні. Навчальні курси розроблені на актуальні теми і для їх вивчення потрібно не більше трьох тижнів. Всі курси знаходяться у безкоштовному онлайн доступі цілодобово, а це дає можливість навчатися у будь-який час з будь-якого пристрою (комп’ютеру, планшету, смартфона) [41].

Освітній проект EdEra з онлайн-курсами, інтерактивними підручниками та освітніми спецпроектами. Матеріали, що розміщені на платформі є безкоштовними доступними, постійно оновлюються відповідно до останніх досліджень. Студія EdEra дає можливість почути поради та рекомендації українських і закордонних педагогів, лекторів, діячів освіти [41].

Відкритий Університет Майдану (ВУМ) містить низку курсів для розвитку педагогічної майстерності вчителів. На платформі Cambridge English Webinars розміщено вебіари з англійської мови, які можуть навчити використовувати нестандартні методи навчання під час уроків. Сайт British Council пропонує багато можливостей для вивчення англійської мови, а також покращення навичок її викладання. Ресурси Khan Academy пропонують лекції, перекладені на 65 мов, у форматі YouTube відео, практичні заняття та методичні матеріали для педагогів. Освітній проект Coursera схожий на Khan Academy, проте особливістю оцінювання знань є те, що домашні завдання оцінюють інші студенти і для отримання сертифіката потрібно сплатити 30-40 доларів. На онлайн-платформі масових відкритих інтерактивних курсів EdX навчання є безкоштовним з отриманням сертифікату [41].

Цікавим є світній проект “На урок” на якому розміщено методичні матеріали для уроків та позакласної роботи, вебіари, статті, конференції, конкурси, олімпіади для освітян. Проект для вчителів різних предметів, адже тут представлено у вільному доступі понад 200 000 розробок уроків і онлайн-тестів, 230 вебіарів для вчителів від інших вчителів та 27 інтернет-конференцій та інтенсивів з різних навчальних дисциплін. Також педагоги мають можливість підвищувати кваліфікацію із отриманням сертифіката, який є платним. Педагогічні працівники наразі мають безмежні можливості для вдосконалення педагогічної майстерності. Мережа інтернет відкриває широкі можливості для самоосвіти сучасного вчителя і використання освітніх онлайн-ресурсів [39].

Під час карантинних обмежень значно зріс інтерес вчителів до додатків для відеоконференцій, сервісів та месенджерів (лише в Україні попит на додатки для відеоконференцій зріс в 5 разів). При цьому найпопулярнішими, згідно з даними GlobalLogic, є: Zoom, Microsoft Teams та Google Hangouts [67].

У документі “Відкриті інновації, Відкрита наука, Відкритість до світу – візія для Європи” [150] описано кілька інструментів відкритої науки, які можуть використовувати педагогічні працівники для самоосвіти: Academia.edu, Research Gate, Mendeley, Figshare, F1000Research. Також, інструменти (сервіси) відкритої науки розглянуто у дослідженні [67] зазначено, що дослідники забезпечують відкритий доступ до своїх матеріалів, розміщуючи їх у відкритому доступі. Сервіси для зберігання подібних матеріалів є безкоштовними та відкритими як для публікацій авторів, так і для читачів. Для різних галузей науки є різні сервіси відкритого доступу: bioRxiv (біологічні науки); arXiv (фізико-математичні науки), EconStor (економічні науки), CERN document server (фізика). До прикладу, архів відкритого доступу arXiv є сервісом для оприлюднення наукових матеріалів з фізики, математики, біології, економіки, комп’ютерних наук. У arXiv є автоматизований пошук: за автором, назвою, ключовими словами.

Для демонстрації процесів живої та неживої природи вчителі можуть скористатися можливостями комп’ютерного моделювання та сервісами хмари відкритої науки, зокрема Європейська хмара відкритої науки (EOSC) [46].

У дослідженні [67] виокремлено найбільш доцільні шляхи застосування EOSC в освітньому процесі: 1) гнучкість добору окремих її інструментів є зручною властивістю для організації навчального процесу; 2) можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв’язків; 3) одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля подальшої колаборації.

Сервіси Європейської хмари відкритої науки. У європейському просторі бачення глобальної відкритої науки реалізується через амбітну програму – Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC), 2018 р.). Ідея зі створення EOSC була запропонована в 2016 році за ініціативою Європейської комісії, як частина Європейської хмарної ініціативи (European Cloud Initiative) для побудови конкурентоспроможної економіки даних та знань у Європі.

Нині EOSC спрямована на розвиток інфраструктури, що надає своїм користувачам послуги, які сприяють розвитку відкритих наукових практик. Іншими словами, портал EOSC є «точкою збору» для сервісів, пропонуючи розподілені хмаро орієнтовані ресурси, що дозволяють дослідникам та ін. обробляти і аналізувати дані у розподіленому цифровому середовищі, мати доступ до публічних і комерційних сервісів електронної інфраструктури на національному, регіональному та інституційному рівнях. Запровадження EOSC віддзеркалює основні тенденції, що наразі превалюють в Європейському просторі відкритої науки, зокрема: - відкритий доступ. Кількість публікацій у відкритому доступі щорічно зростає. Наразі майже 2/3 авторів зазначають, що вони опублікували статтю в журналі з гібридним або золотим доступом. Це – на 8% вище, у порівнянні з 2013 р.; - архівування статей. В останні роки архівування

статей у кількісному відношенні зросло вдвічі, шляхом розміщення їх в інституційних та публічних сховищах, на особистих веб-сторінках тощо. Головними причинами активізації стали вимоги закладів до своїх співробітників та прагнення останніх до поширення результатів досліджень; - обмін даними. Згідно з дослідженням (Vocile, 2017) 2017, 69% опитаних учених зазначили, що вони певним чином ділилися, обмінювалися даними своїх досліджень, що на 17 % більше, порівняно з результатами опитування 2014 р. Найпоширенішими формами обміну даними виявилися такі: конференції (48 %), додатки до статей (40 %), за запитом або при неформальному спілкуванні (33 %). Тільки 20 % респондентів відзначили, що оприлюднювали результати досліджень через формальні, інституційні репозитарії, що, тим не менш, на 7 % вище, ніж два роки тому. Серед причин того, чому окремі науковці не бажають поширювати дані своїх досліджень, наголошують на питаннях інтелектуальної власності та конфіденційності, висловлюють стурбованість етичними питаннями, страхом зловживань та неправомірних запозичень з боку читачів.

Загалом, наразі EOSC налічує понад 300 ресурсів з різних наукових галузей: медичної, інженерії і технологій, природничих наук, генетики, гуманітарних і соціальних наук та ін. Європейська хмара відкритої науки систематично наповнюється новими сервісами для підтримки реалізації концепції відкритої науки в європейському просторі. На часі є подальший розвиток вже існуючих сервісів, створення нових сервісів, забезпечення їхньої надійності та сумісності, що належать до пріоритетів ініціаторів Європейської хмари. З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до створення, запровадження й використання засобів і сервісів відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності, ці питання ще потребують теоретичних та емпіричних досліджень, уточнення підходів, моделей, методик, можливих шляхів впровадження.

У перспективі, Європейська хмара запропонує 1,7 мільйону європейських дослідників та 70 мільйонам професіоналів у галузі науки, техніки, гуманітарних та соціальних наук віртуальне середовище з відкритими безперервними сервісами для зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних шляхом об'єднання існуючих наукових інфраструктур даних, що в даний час розподілені між державами-членами ЄС.

Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих засобів і сервісів відкритої науки сприятиме покращенню якості, ефективності та результативності науковоосвітньої діяльності у вітчизняних закладах науки й освіти, ефективності впровадження в освітній процес засобів і сервісів хмарних обчислень, ширшому використанню сервісів відкритої науки на різних рівнях навчання, поліпшенню рівня підготовки фахівців освітньої галузі, зокрема вчителів.

У хмаро орієнтованому середовищі AiiDA вчителі можуть запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Вчителю є низка додаткових сервісів таких, як записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними

лекторами. Або веб-додаток 3DBIONOTES-WS, що призначений для додавання біохімічної та біомедичної інформації до структурних моделей вченими з усього світу. Поточні джерела інформації включають посттрансляційні модифікації, геномні варіації, пов'язані із захворюваннями, короткі лінійні мотиви, ділянки імунних епітопів, невпорядковані сімейства доменів тощо. Наприклад, вчитель може продемонструвати учням дослідження вчених Sars-COV-2 в онлайн-режимі засобами комп'ютерного моделювання та показати перебіг дослідження й актуальні результати [46].

Завдяки використанню хмарних технологій в освітньому процесі виникає можливість побудови більш зручних, гнучких, масштабованих систем організації доступу до електронних ресурсів і сервісів, створюються умови для колективної роботи з програмними додатками зі зняттям географічних і часових обмежень, більш широкою реалізацією принципів відкритої освіти і науки. До прикладу, потужним інструментом для освітніх цілей є хмарний сервіс Office 365.

Цікавим рішенням є використання месенджера Discord, що є безкоштовним. Використання Discord в навчальному процесі в Україні не нове: на кафедрі комп'ютерних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України використовують даний сервіс для проведення онлайн лекцій. На офіційному сайті “Нової української школи” опубліковано матеріали для організації навчального процесу з використанням месенджера Discord, де представлено його основні можливості та рекомендації з впровадження [67].

CoCalc є хмарним сервісом для виконання математичних обчислень групою користувачів та широкими можливостями організації спільної роботи. Використання в середовищі CoCalc інструментарію Discord розширить спілкування користувачів в межах виконання одного спільного проекту та надає доступ до голосових каналів, можливості демонструвати екран іншим користувачам в реальному часі [67].

За необхідності пошуку наукових даних та оприлюднення результатів власних наукових досліджень у процесі навчання і професійного розвитку вчителям доцільно використати таку групу технологій, як електронні системи відкритого доступу, а саме:

- системи підтримки наукових електронних бібліотек, інституційних репозитаріїв і електронних архівів (Eprints, Dspace), а також сайти електронних бібліотек, створених на їх базі;
- електронні відкриті журнальні системи: Open Journal Systems, DpubS) та зразки електронних журналів, створених на їх базі;
- системи підтримки і проведення веб(відео)конференцій і семінарів: Open Conference Systems, EasyChair, Skype, WhatsApp, Viber, Facebook Messenger, Zoom, Telegram, Cisco Webex, Microsoft Teams, Google Meet;
- сайти електронних енциклопедій з освітньої тематики: Britannica, Oxford Research Encyclopedia of Education, Українська електронна енциклопедія освіти та ін.;

- сайти і доступ до наукометричних та реферативних баз даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar, Open Ukrainian Citation Index, ERIH PLUS, Directory of Open Access Journals, WorldCat, Бібліометрика української науки;
- системи автоматичної перевірки наукових текстів на унікальність: Turnitin, Unicheck, StrikePlagiarism.com, Grammarly, Ouriginal (Urkund), Plag, AntiPlagiarism.NET, Viper, Plagiarism Detector Pro, AntiPlagiarism.NET, WCopyFind, Plagiarism Checker (smallSeoTools), Copyscape, DupliChecker, Plagiarisma, Plagium,, PlagTracker, SeeSources, PlagScan, Plagiarism, Detector.net, Docoloc, EduBirdie;
- системи ідентифікування дослідників та об'єктів: Digital Object Identifiers, International Standard Serials Number, ArXiv Author ID, Publons (Researcher ID), Scopus Author ID, ORCID;
- програмний інструментарій для генерування пристатейних списків наукових джерел: EndNote, Mendeley, Zotero, RefWorks, Grafiati, Citethisforme, Citation Machine, BibMe, EasyBib, Chegg, CiteFast, CiteMaker, MyBib, Citation Generator, ResearchoMatic;
- професійні соціальні мережі: Facebook, LinkedIn, ResearchGate та ін.

Проаналізувавши зазначене вище здійснено систематизацію інструментів відкритої науки для професійного розвитку і самоосвіти педагогічних працівників відповідно до типів діяльності відкритої науки, які згруповано у Таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.

Використання інструментів відкритої науки для професійного розвитку і самоосвіти педагогічних працівників

Назва	Призначення	Типи діяльності відкритої науки
Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC)	віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання, управління, аналізу та повторного використання даних досліджень, що об'єднує існуючі наукові інфраструктури держав-членів ЄС. Платформа містить в своїй структурі як інструменти для спільної роботи, так і спеціальні сервіси для використання в межах окремих галузей науки	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень; Подання і зберігання даних і відкритому доступі; Опрацювання, аналіз і інтерпретація даних; Спільна робота над дослідженнями.
arXiv	сервіс для оприлюднення наукових матеріалів з фізики, математики, біології, економіки, комп'ютерних наук, статистики та електротехніки, проте, переважають ресурси з фізико-математичних наук	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень
bioRxiv	сервіс відкритого доступу для оприлюднення наукових матеріалів з біологічних наук	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень

Research Gate	соціальна мережа і наукометрична база, що генерує фактор впливу дослідження для завантажених документів дослідників на основі критеріїв: цитати та кількість завантажень іншими користувачами	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень
Mendeley	довідкова платформа, дозволяє відкрити анотації та генерувати бібліографію	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень
Figshare	цифрове сховище, де дослідники можуть зробити свої результати досліджень доступними для спільного використання (масиви даних, зображення та відео)	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень Подання і зберігання даних і відкритому доступі
F1000Research	це відкрита наукова видавнича платформа для вчених, яка пропонує негайне публікацію матеріалів без упередженості редакції. Відкрита рецензія статей проводиться після публікації з акцентом на наукову обґрунтованість, а не новизну або вплив. Всі опубліковані статті мають супроводжуватися даними, на яких ґрунтувалися результати, що має вирішальне значення для повторного аналізу, спроб реплікації та повторного використання даних	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень Подання і зберігання даних і відкритому доступі
Academia.edu	платформа для вчених з метою обміну науковими публікаціями та моніторингу впливу своїх досліджень і відстеження досліджень колег	Оприлюднення, Поширення, Використання наукових досягнень
Google Meet	платформа для відеоконференцз'язку з метою організацій освітнього процесу й поширення інформації про навчальний контент у режимі реального часу	Спільна робота над дослідженнями. Відкрите навчання.
AiiDA	хмароорієнтоване середовище в якому можна запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Учителю також надається низка додаткових сервісів таких, як записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними лекторами	Відкрите навчання.
Office 365	хмарний сервіс. Учні й педагоги освітніх установ можуть безкоштовно зареєструватися в	Спільна робота над дослідженнями. Відкрите навчання.

	Office 365 Education, що включає Word, PowerPoint, Excel, OneNote, Microsoft Teams та додаткові інструменти для навчання	Використання сервісів подання і опрацювання даних.
LearningApps	безкоштовна платформа, яка підтримує процес навчання та викладання й має конструктор тестів	Відкрите навчання.
Discord	безкоштовний месенджер для проведення онлайн лекцій, є можливість використання хмари задля збереження матеріалів великого розміру та подальшого використання групою користувачів	Відкрите навчання.
CoCalc	хмарний сервіс для виконання математичних обчислень групою користувачів та широкими можливостями організації спільної роботи	Спільна робота над дослідженнями. Відкрите навчання. Використання сервісів подання і опрацювання даних.

Значна кількість інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками і вчителями та полегшити впровадження практичних розробок в освітню галузь. Подібна співпраця має сприяти створенню нових програмних продуктів шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів та установ (наукових та навчальних). Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем спрямоване на покращення якості навчального процесу та професійного розвитку вчителів.

Для сучасного педагогічного працівника професійний розвиток, самоосвіта та самовдосконалення є невід'ємною потребою, адже в умовах цифрової трансформації суспільства саме вчителі та інші освітяни відіграють вагомий роль для її ефективного здійснення. Оскільки педагогічні працівники відповідають за формування і підготовку нової особистості – людини нової технологічної ери. А тому, вчителі самі мають досконало оволодіти цифровими технологіями і вміло застосовувати їх для організації освітнього процесу і перевірки знань, умінь та навичок їх учнів. Ефективним інструментом для забезпечення потреби у реалізації самоосвіти педагогічних працівників є цифрові технології, зокрема інструменти відкритої науки і освіти. Застосування окреслених інструментів сприятиме: економії часу та фінансів; швидкому пошуку різноманітних матеріалів; збереженню матеріалів у цифровому форматі для подальшої роботи з ними та використанню; доступу у будь-який часовий проміжок; спільній роботі (колаборації з колегами); обміну досвідом тощо [28; 30; 65].

РОЗДІЛ 7. ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

7.1. Використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів: моделі і технології

Проблеми формування інноваційного середовища неперервної освіти та професійного розвитку педагогічних кадрів, нових підходів і педагогічних моделей його реалізації потребують подальшого вивчення і обґрунтування.

Моделі складу і структури освітньо-наукового хмаро орієнтованого середовища навчання і професійного розвитку вчителів можна ґрунтувати на моделі освітнього середовища, розробленої В. Ю. Биковим [2]. У центрі моделі освітнього середовища знаходиться учень, студент, той хто вчиться, а типи взаємодії, в які суб'єкт залучається в процесі навчання, передбачають наявність у середовищі інших компонентів – учнівської, вчительської, засобів навчання, системи освіти, соціуму [2, с. 385].

Хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище навчання і професійного розвитку вчителів може бути побудоване за аналогічною моделлю, але взаємодія між суб'єктами і компонентами середовища буде відбуватися із використанням хмарних технологій (рис. 7.1).

Натомість структура середовища буде дещо інша, зокрема, структура його наукового складника. У центрі моделі знаходиться вчитель (ВЧ), тому що предметом розгляду є процес навчання і професійного розвитку саме вчителя. Він взаємодіє у процесі діяльності з іншими вчителями (ВЧ), які теж можуть бути залучені у дослідницьку діяльність як навчально-наукову, так і наукову, вчитель взаємодіє із дослідниками (Д), це можуть бути працівники наукових/освітніх установ, учасники наукових колективів, в тому числі міжнародних, партнери за проєктною діяльністю тощо. Також у процесі свого навчання і професійного розвитку вчитель може взаємодіяти із закладом освіти (ЗО), на базі якого відбувається процес підвищення кваліфікації, системою освіти (СО), засобом здійснення навчання і досліджень (ЗН), у даному випадку це засоби і сервіси відкритої науки, а також соціумом, соціальним і природним середовищем (СіП) (рис. 7.1).

Моделювання наукового складника відображує сутність взаємодій в освітньо-науковому середовищі, коли в ньому відбуваються як процеси навчальної, навчально-пізнавальної, навчально-дослідницької діяльності, так і власне – процеси наукової діяльності, пов'язані зі здійсненням індивідуальних досліджень учителів.

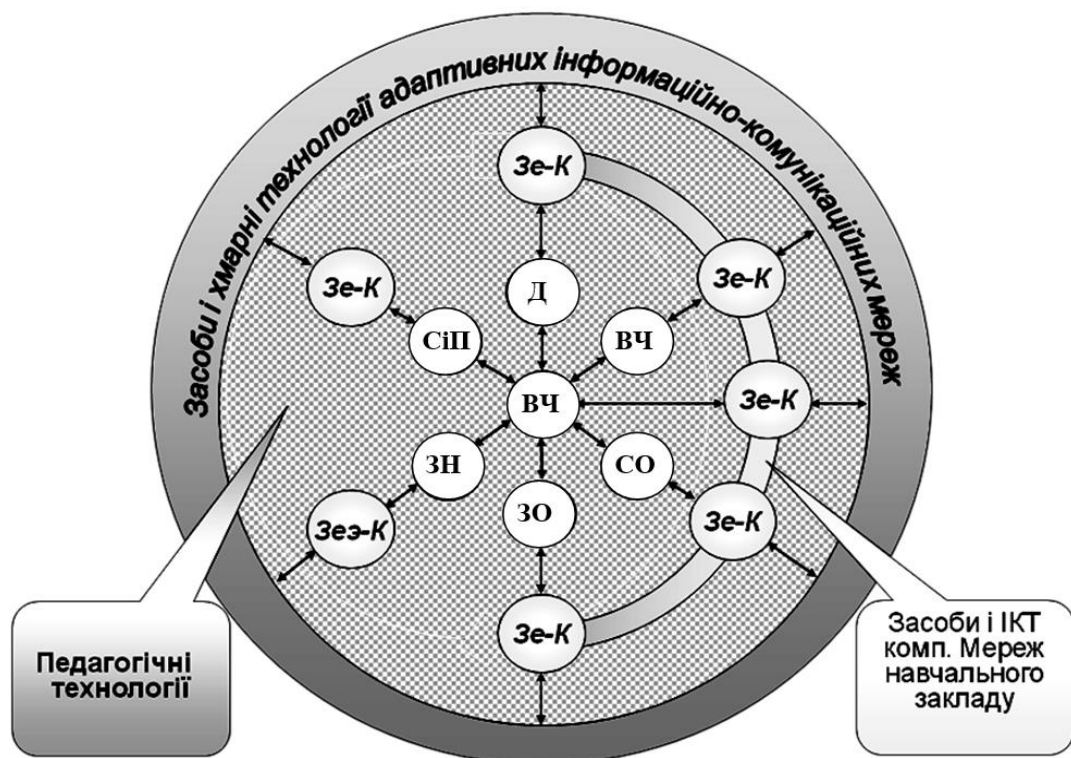


Рис. 7.1. Модель хмаро орієнтованого середовища навчання і професійного розвитку вчителів (науковий складник)

Нами здійснено спробу спроектувати загальну логічну модель управління відкритим науково-навчальним дослідженням у ЗЗСО (рис. 7.2), що може скласти основу для побудови більш вузьких моделей (для окремих рівнів освіти, конкретних дисциплін і т.ін.). Опишемо представлену модель.

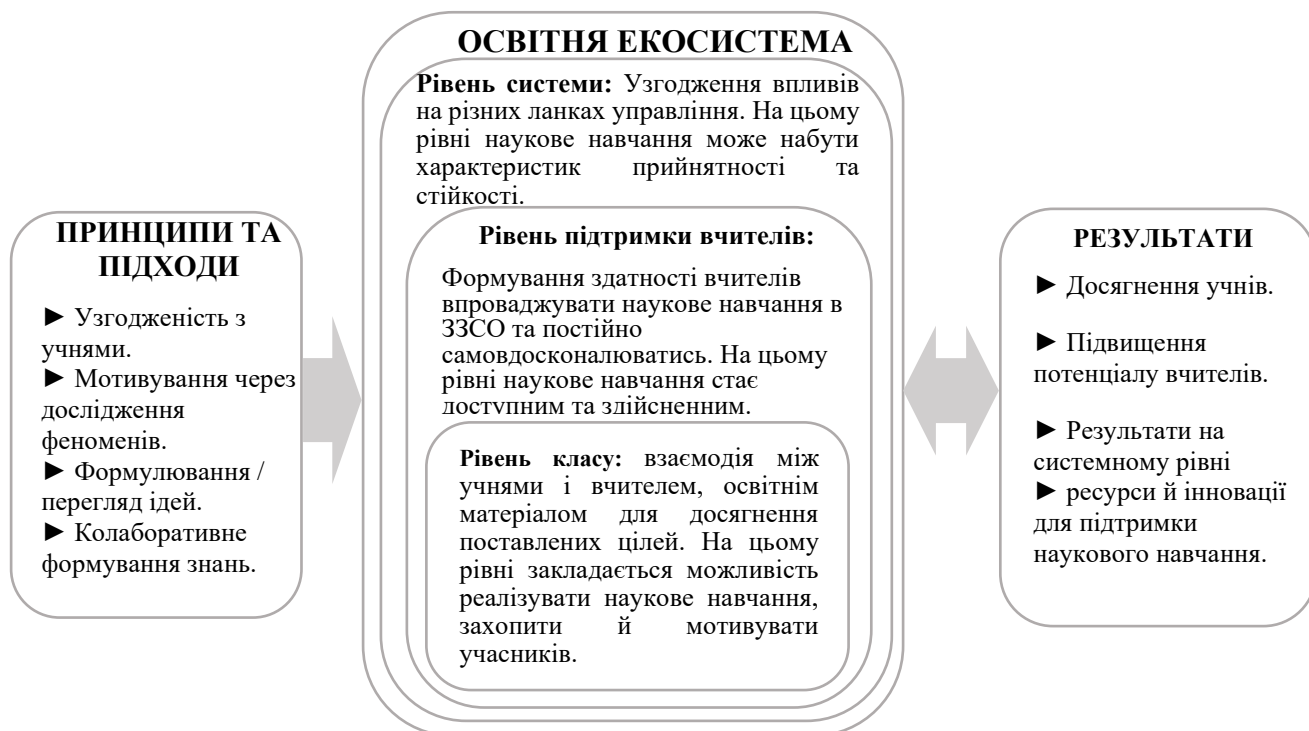


Рис. 7.2. Загальна логічна модель управління відкритим науково-навчальним дослідженням у ЗЗСО

Принципи.

Узгодженість з учнями. На відміну від традиційних підходів до узгодження освітньої програми з розробниками, експертами, впровадження основ відкритої науки передбачає врахування такої логіки побудови, що має сенс для учнів. Так, кожен урок мотивується запитаннями, які учні формують для пояснення явища чи вирішення проблеми. Навчальні дії враховують і спираються на попередні ідеї учнів. Учні та вчителі спільно приймають рішення щодо наступних кроків у навчальному дослідженні. На будь-якому етапі уроку учні мають усвідомлювати, що вони роблять і чому, у контексті їхнього наукового пошуку.

Мотивування через дослідження феноменів. Навчання учнів мотивується спробою осмислити явища, що досліджуються. Навчання структуроване шляхом ітераційних циклів дослідження явищ, удосконалення пояснень і обґрунтувань, розробки моделей і т.ін.

Формулювання/перегляд ідей. Ідеї та запитання учнів визначають, які факти і докази потрібно шукати, для подальшого дослідження явища. У результаті пошуку учні знаходять нові факти для створення нових наукових ідей, замість підтвердження попередньо викладених ідей. Знайдені факти, аргументи можна використовувати для проблематизації мислення учнів, спрямування їх думок у напрямі подальшого пошуку.

Колаборативне формування знань. Запровадження основ відкритої науки в освітній процес допомагає учням вправлятися у науковій аргументації, досягати консенсусу, визначати проблемні питання, розробляти плани наукових пошуків, моделі та ін. Індивідуальна і групова робота мають бути збалансовані, для максимального залучення кожного учня в наукову практику. Важливо дати можливість застосовувати, розвивати і критикувати ідеї інших, спільно працювати над збором доказової бази, при цьому дотримуючись принципів доброзичливості і взаємопідтримки.

Наукова освіта в ЗЗСО, що розвивається на засадах відкритої науки, охоплює різні рівні освітньої екосистем, що поєднані ієрархічними зв'язками.

Так, на *рівні класу* це сприяє оновленню й покращенню взаємодії між учнями і вчителем, освітнім матеріалом для досягнення поставлених цілей. На цьому рівні забезпечується в принципі можливість реалізувати наукову освіту, захопити й мотивувати учасників. Основні принципи, яких доцільно дотримуватися:

- учитель як фасилітатор. Роль вчителя полягає у створенні контексту для навчання, сприяння продуктивній соціальній взаємодії тощо;

- навчання, що ґрунтується на запитаннях учнів. Забезпечення контексту навчання, мотивація учнів до формулювання власних ідей і думок, визначення наукових проблем і прагнення до пошуку рішень;

- сприяння консенсусу між учнями. З набуттям навчально-наукового досвіду, в класі поступово формується культура колективного знання, яке збагачується за рахунок індивідуального досвіду, ресурсів, ідей кожного учня;

- проблематизація. У процесі пошуку рішення, учні можуть природно виявляти прогалини в своєму розумінні досліджуваного феномену, що спонукає їх до подальшого здобуття знань, глибшого вивчення предмету дослідження.

Вчителю доцільно робити акценти, щоб створювати умови для такої проблематизації.

Рівень підтримки вчителів. Важливо забезпечити навчання і професійний розвиток вчителів, спрямований на формування їх здатності впроваджувати наукове навчання в ЗЗСО. Це включає загальне розуміння концепції відкритої науки, переваг запровадження наукового навчання на рівні класу, навички використовувати доцільні цифрові сервіси і ресурси для підтримки навчально-наукової діяльності, у т.ч. сервіси Європейської хмари відкритої науки, здійснювати постійний саморозвиток в цьому напрямі. На цьому рівні наукове навчання стає доступним та здійсненним.

На *рівні системи* у процес впровадження наукової освіти залучаються учасники, які надають підтримку цьому процесу, зокрема створюють умови для навчання і професійного розвитку вчителів. Це, зокрема, органи регіональної та державної політики, заклади післядипломної педагогічної освіти, педагогічні університети, тренінгові центри, наукові установи та ін. На цьому рівні наукове навчання може набути характеристик прийнятності та стійкості.

Доцільно забезпечити стратегічне партнерство на локальному та/або державному рівнях, задля ґрунтовного опрацювання моделі запровадження наукового навчання в ЗЗСО. Механізми такої взаємодії ще потребують подальшого вивчення із залученням стейкхолдерів різних рівнів (менеджерів, науковців, освітян та ін.).

Результати. Доцільно визначити такі категорії планових результатів:

- Досягнення учнів – важливим результатом є не лише сформована здатність формулювати наукові проблеми, шукати шляхи пояснення явищ і т.ін., а усвідомлення учнями важливості науки, її можливостей і цінності в суспільному вимірі;

- підвищення потенціалу вчителів – розвиток професійної компетентності вчителів, їхньої здатності планувати і реалізовувати наукове навчання, виконувати роль фасилітаторів, формувати в класі культуру наукового пошуку;

- результати на системному рівні (стосується регіональної та/або державної політики) – культура наукового пошуку повинна не лише відображатися в освітній програмі, а й бути інтегрованою в культуру навчання і викладання у регіоні та/або на державному рівні. Запровадження заходів щодо сприяння співпраці вчителів у різних формах (наставництво, коучинг, професійні навчальні спільноти тощо). Можливе залучення різних зацікавлених сторін: вчителів, керівників шкіл/регіону/країни, розробників, науковців та ін.;

- ресурси й інновації для підтримки наукового навчання – відкриті матеріали піддаються швидкому ітераційному вдосконаленню та локальним налаштуванням. Безсумнівно доцільним є застосування сучасних цифрових інструментів, зокрема хмарних обчислень, сервісів відкритої науки, технологій на основі штучного інтелекту та ін.

Наведемо приклад застосування основ відкритої науки під час освітнього процесу в ЗЗСО. На моделі (рис. 7.3) представлено послідовність різних видів навчальної діяльності, спрямованих на вирішення певної навчально-наукової проблеми.

Ця послідовність включає такі дії: «Якір», «Навігація», «Розслідування», поєднання частин, проблематизацію. Ці дії сліднують певному шаблону. Учні працюють над вивченням окремої наукової проблеми, досліджуючи її з різних сторін, формулюючи запитання і шукаючи відповіді на них, збираючи окремі шматочки в єдину цілу картину, після чого проблематизують наступну проблему для подальшого дослідження. Цей цикл може повторюватися скільки завгодно, вчитель самостійно або спільно з учнями добирає коло проблем для дослідження.

Дія «Якір» – застосовується на початку, для стимулювання мотивації, інтересу учнів, налаштування на навчальний процес і науковий пошук. Вчитель демонструє учням певне явище, заохочуючи у них прагнення з'ясувати його сутність, причини і т.ін. Учні намагаються встановити зв'язки між шкільним досвідом (побаченим феноменом) та власним життєвим досвідом.

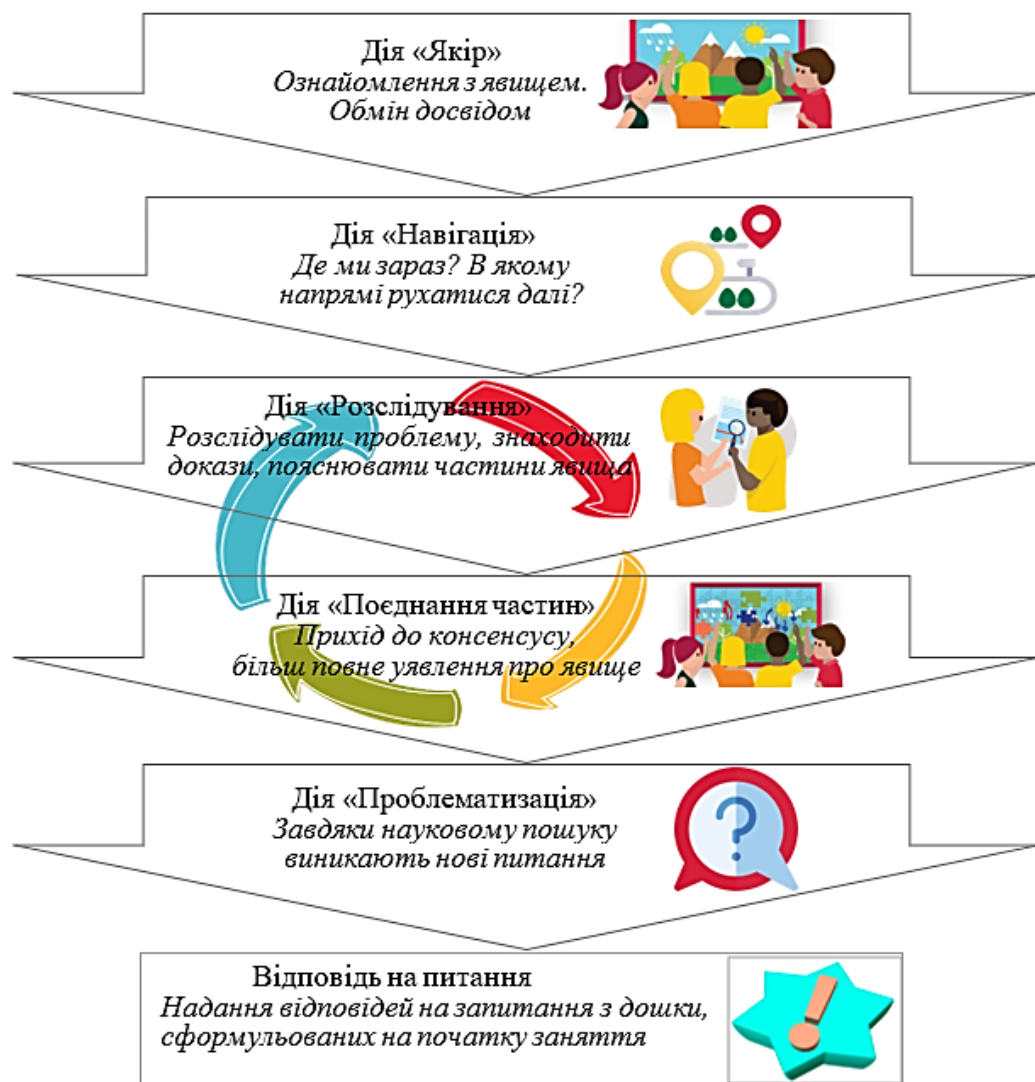


Рис. 7.3. Модель застосування основ відкритої науки у вирішенні навчально-наукової проблеми на уроці

Від того, наскільки «якір» захопить учасників, залежить подальша успішність наукового пошуку. Під час виконання цієї вправи доцільна фіксація початкових ідей учнів, їхнього процесу мислення. Учні можуть фіксувати свої думки у різний спосіб:

- самостійне обмірковування, висунення гіпотези та ін.;
- обговорення, пошук конструктивного рішення спільно з однокласником (парна або групова взаємодія);
- спільний пошук рішення всім учнівським колективом, колективне обговорення, «мозковий штурм» (групова, колективна взаємодія).

Незалежно від форми взаємодії, на цьому етапі виникає необхідність зображення схем, елементів початкових моделей, занотовування думок. Це можна зробити у зошитах або спеціальних застосунках (напр., Google Keep, IdeaNote, Standard Notes та ін.). Для колективного обговорення та «мозкового штурму» доцільно використовувати smart-дошку (для аудиторної роботи) або віртуальну дошку (для дистанційної роботи).

Незалежно від того, який підхід буде обрано, важливо, щоби думки і ідеї кожного учня були зафіксовані на дошці. Вони складатимуть гіпотези дослідження.

Дія «Навігація» – сприяє усвідомленню учнями того, що наукове або навчально-наукове дослідження є послідовним, поетапним процесом, в якому кожна наступна дія має мету та пов'язана з попередньою. Також ця діяльність сприяє тому, щоби учні час від часу поверталися до своїх попередньо занотованих питань, гіпотез, обмірковували їх, переглядали їхню доцільність, доповнювали, видаляли і т.ін. «Навігація» має поєднати різні навчальні дії, різні уроки.

Загалом, це виглядає таким чином:

- перегляд учнями своїх початкових ідей і питань у своїх записниках (паперових чи цифрових);
- повторний перегляд учнями власної попередньої моделі, щоби уточнити, доповнити її;
- повернення до дошки з дії «Якір», щоби дати відповіді на окремі питання, внести уточнення та/або додати нові. Іншими словами, дія «Навігація» дозволяє зрозуміти, в якій саме точці на відрізьку дослідження ми знаходимося і куди рухатися далі.

Дія «Розслідування» – полягає в тому, щоби шляхом формулювання запитань щодо явища, це спонукало учнів долучитися до наукового пошуку, «розслідувати» феномен, розвивати наукові ідеї. Ця дія може застосовуватися протягом всього дослідницького циклу, таким чином учні можуть виявляти прогалини в розумінні феномена. Учні здійснюють «розслідування» різними шляхами:

- розробка плану дій;
- нотування результатів спостережень і вимірювань;
- упорядкування фактів, доказів;
- формулювання нових ідей і порівняння їх із поточними моделями
- перегляд наукових моделей
- перегляд дошки «Якір».

Таким чином, дія «Розслідування» дозволяє застосовувати практичні прийоми для визначення наукових ідей.

Дія «Поєднання частин». Учні беруть ідеї, моделі, розроблені упродовж попередніх уроків, і з'ясовують, яким чином їх можна об'єднати, щоби отримати

пояснення досліджуваному феномену. Ця дія – для того, щоби допомогти учням підвести підсумки навчально-наукового процесу та у взаємодії з класом виробити консенсусне представлення, модель чи ін. для пояснення цільового феномену. Зазвичай проводиться наприкінці дослідження. По суті, відбувається застосування наукових ідей, що були сформульовані раніше. Учні можуть представити своє узагальнення у формі чек-листа, у формі консенсусної моделі чи ін.

Дія «Проблематизація» спрямована на те, щоби виявити потенційну проблему з попередньої моделі або пояснення, щоб мотивувати учнів переглянути та доопрацювати свої моделі. Учитель закладає, стимулює та використовує виниклі розбіжності, які виявляють потенційну проблему та змушують учнів зосередитися на важливому питанні, яке може розширити їхні наукові моделі. «Проблематизація» зазвичай проводиться після «Поєднання частин» або ін., щоб учні усвідомили, що є ще що потрібно з'ясувати. Іншими словами, дія «Проблематизація» дозволяє здійснювати мотивацію навчання через кожну частину розділу.

Таким чином учні навчаються науковій колаборації, формулюванню доцільних проблемних запитань, спільному пошуку варіантів вирішення навчально-наукових проблем.

7.2. Моделювання системи відкритої науки для професійного розвитку та діяльності вчителів

Обговорюючи відкриту науку доцільно наголосити, що ключовим аспектом її реалізації є співпраця, що в сучасних умовах може здійснюватися напряду (офлайн) та опосередковано (розподілено), із застосуванням цифрових технологій. Постійний наголос на «цифрі» вказує на значущість технологічного фактора в розвитку сучасної цивілізації загалом та відкритої науки зокрема. З одного боку можна спостерігати цифровий розрив (цифрову, інформаційну нерівність) та його наслідки у соціальній, культурній, економічній, освітній та ін. сферах. З іншого – постійне розроблення нових обчислювальних інфраструктур, технологій, стандартів, рекомендацій для підтримки відкритої науки. В Україні цифровий розрив особливо відчутний, якщо порівнювати якість Інтернет-з'єднання у загальноосвітніх школах в містах та сільській місцевості.

Пов'язані терміни «відшукуваність», «доступність», «сумісність», «відтворюваність» (від принципів FAIR – Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) поклали початок дослідженням у галузях інформатики та є ключовими для розуміння нових викликів, що виникають перед цифровими технологіями. До прикладу, «відтворюваність» (або «повторне використання»), зокрема, може передбачати перепрофілювання та призводити до побоювань дослідників щодо потенційних небажаних побічних ефектів від їхніх досліджень. Це одна з причин того, що деякі вчені та інші фахівці досі не прагнуть поширювати проміжні і кінцеві результати своїх робіт у цифровому просторі.

Такі побоювання створюють перепони поширенню концепції відкритої науки. Важливо пам'ятати, що відкрита наука не є протиставленням традиційній

науці. Натомість вона передбачає, що дослідження здійснюються більш прозоро, у співпраці, із застосуванням сучасних цифрових засобів. І це стосується всіх наукових дисциплін.

Основу системи відкритої науки складає саме співпраця. На рис. 7.4 зображено цикл, в якому поширюються результати наукових пошуків для забезпечення можливості співпраці шляхом повторного використання, безперервного обміну результатами, поширення розробок і знань.



Рис. 7.4. Модель системи відкритої науки

Центральним фокусом цієї системи є спільний доступ до наукових результатів, зокрема публікацій. Часто поняття відкритих публікацій вживають у сенсі відкритої науки, як синонімічне поняття. Досі тривають дискусії щодо необхідності 100% відкритості публікацій, що зумовлює необхідність оновлення економічних моделей видавничої справи. Також предметом дискусій виступають відкритість даних, запровадження чого потребує додання низки культурних, політичних та ін. бар'єрів. Однією з причин неузгодженості є відсутність на глобальному рівні спільного розуміння поняття «публікація» та шляхів її поширення. Ця проблема стосується і наукових результатів через невизначеність сутності цих результатів, їхню значну варіативність (від наукової статті до прикладної розробки, програмного коду і т.ін.). Глибина проблеми відрізняється у залежності від низки факторів: наукової дисципліни, географічного регіону тощо.

Побудова системи відкритої науки має відбуватися як за принципами FAIR, згаданими вище (відшукуваність, доступність, сумісність, відтворюваність), так і за принципами співпраці: довіри, рівності, інклюзивності (підтримки різноманітності), відповідальності. Відповідальність передбачає дотримання принципів наукової етики, авторського права, законодавчих норм.

Серед чинників, що сприятимуть успішній реалізації системи відкритої науки, розглядаємо такі:

- Зміна культури ведення наукових досліджень – формування у фахівців та суспільстві загалом розуміння того, що наукові дослідження мають здійснюватися за принципами FAIR та за принципами співпраці;

- Навчання і підготовка – формування у майбутніх та практикуючих дослідників компетентностей відкритої науки, здатності ефективно працювати у відкритому науковому просторі;

- Нарощування потенціалу – мотивування, створення механізмів заохочення, залучення молоді до наукової діяльності; заохочення фахівців різних галузей (зокрема, вчителів) до використання наукових здобутків;

- Фінансування – матеріальна підтримка процесів впровадження відкритої науки на різних рівнях (локальному, регіональному, державному, глобальному).

Серед фасилітаторів (тобто суб'єктів, які залучені в процеси запровадження відкритої науки) розглядаємо:

- Законодавчі органи, що створюють нормативне підґрунтя для регулювання процесів на різних рівнях – державному, міжнародному та ін. (у т.ч. законодавці, політики, розробники державної політики і т.ін.);

- Донори – різноманітні фонди, спонсори, грантодавачі, які надають фінансову підтримку дослідженням на конкурсних умовах;

- Наукові установи – головні суб'єкти запровадження відкритої науки, які безпосередньо працюють над створенням і поширенням наукових результатів;

- Освітні установи – реалізують підготовку нових наукових кадрів, забезпечують розвиток актуальних компетентностей, формують думку щодо цінностей і переваг відкритої науки, впроваджують актуальні наукові результати в освітньому процесі (зокрема, на базі закладів загальної середньої освіти) тощо;

- Технічна підтримка – суб'єкти, що здійснюють реалізацію і підтримку електронних мереж, платформ, сервісів і т.ін. для запровадження відкритої науки (до прикладу, технічна підтримка електронних журналів, бібліотек, хмарної інфраструктури EOSC, мережних підключень в закладах освіти тощо);

- Видавництва – суб'єкти, основним видом діяльності яких є підготовка і випуск видавничої продукції. У контексті відкритої науки актуальності набуває саме випуск електронної продукції, натомість попит на друковану продукцію поступово знижується. Це зумовлює необхідність переформатування роботи видавництва, орієнтацію їх на електронний контент.

Основними бенефіціарами (тобто тими суб'єктами, які отримають максимальну користь від зазначених процесів) вважаємо:

- науковий сектор (наукові установи, дослідницькі організації та ін.);

- освітній сектор (заклади освіти різного рівня);

- економічний сектор (промисловість, виробництво, інновації тощо);

- суспільство загалом.

Для побудови системи відкритої науки важливе функціонування електронної інфраструктури, зокрема мереж і платформ (наприклад, EOSC), спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, журнальних систем), репозиторіїв (електронних бібліотек) тощо. Для підтримки електронної інфраструктури необхідним є якісне мережне з'єднання, швидкісне підключення до мережі Інтернет для ефективної взаємодії. Також потрібно забезпечити потрібні потужності для виконання обчислювальних завдань, які цього потребують. Наразі переважна більшість електронних послуг є хмаро орієнтованими (надаються і обслуговуються через «хмару»), що дозволяє мінімізувати витрати та мати безперервний доступ до необхідних сервісів і платформ, будь-де і будь-коли [75].

Очевидно, модель системи відкритої науки охоплює різні рівні – від освітнього і наукового до загально суспільного. Ефективна реалізація відкритих наукових досліджень та запровадження їхніх результатів можлива за умов співпраці усіх зазначених суб'єктів. Розглянемо, як це реалізується на рівні закладів загальної середньої освіти, зокрема у професійному розвитку та діяльності вчителів.

Можливості використання відкритої науки у професійному розвитку та діяльності вчителів:

- Доступ до актуальної інформації – вчителі можуть скористатися відкритими науковими ресурсами для отримання останніх даних зі своєї дисципліни. Це допомагає підвищити їхню компетентність, формувати в учнів актуальні знання;

- Навчальні матеріали для вчителів – відкрита наука слугує джерелом навчальних матеріалів для вчителів. Вони можуть знайти безкоштовні підручники, статті, відео та інші ресурси для використання в освітньому процесі – як для власного розвитку, так і для застосування на заняттях з учнями;

- Дослідницькі можливості для вчителів – відкрита наука дозволяє вчителям брати участь у дослідженнях та проєктах, що стосуються їхньої дисципліни, співпрацювати з науковцями і розвивати власні дослідницькі навички;

- Збільшення мотивації учнів – відкрита наука може стати джерелом натхнення для учнів, їхнього пізнання актуальних наукових відкриттів, застосування знань у реальному світі, що може збільшити їхню мотивацію до навчання;

- Сприяння критичному мисленню – відкрита наука сприяє розвитку критичного аналізу і оцінці джерел інформації. Вчителі можуть використовувати це як можливість для розвитку навичок критичного мислення;

- Можливість впровадження інновацій – вчителі можуть використовувати інновації та передові методи навчання, які базуються на актуальних наукових відкриттях, що дозволяє покращити якість навчання;

- Глобальна співпраця – відкрита наука сприяє глобальній співпраці між учителями та освітніми закладами з різних країн, що може сприяти обміну досвідом та ресурсами, створенню спільних проєктів.

Відкрита наука розширює можливості вчителів, робить процес навчання більш науково обґрунтованим, захопливим та інформативним, що сприяє

підвищенню якості освіти. При цьому хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки мають потенціал значно покращити професійний розвиток вчителів, надаючи їм доступ до величезної кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання [75].

Можливості та переваги хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів:

- Доступ до величезних обсягів інформації: хмарні сервіси дозволяють вчителям отримувати доступ до великих обсягів наукових статей, журналів, книг та даних, що можуть бути корисними для підготовки уроків та ін. видів професійної активності;

- Спільна робота та обмін досвідом: вчителі можуть використовувати хмарні сервіси для спільної роботи над проєктами з іншими вчителями, обміну досвідом. Це сприяє розвитку спільноти вчителів і підвищенню якості навчання;

- Зручний доступ до інструментів для аналізу даних: хмарні сервіси надають доступ до різноманітних інструментів для аналізу даних, які можуть бути корисними для оцінювання успішності учнів, створення персоналізованих навчальних матеріалів і розвитку стратегій викладання;

- Можливість створення та публікації власних досліджень: вчителі можуть використовувати хмарні сервіси для створення і публікації власних досліджень та навчальних матеріалів, що сприяє їхньому професійному розвитку та підвищенню авторитету в галузі освіти;

- Адаптивність та оновлення: хмарні сервіси постійно оновлюються та розвиваються, надаючи вчителям доступ до нових інструментів і можливостей для навчання та викладання;

- Зменшення витрат на матеріали та зберігання даних: за допомогою хмарних сервісів відкритої науки вчителі можуть зменшити витрати на паперові матеріали та зберігання даних, оскільки великі обсяги інформації можуть бути збережені в електронному форматі та доступні будь-де, будь-коли;

- Підвищення ефективності навчання: за допомогою хмарних сервісів вчителі можуть створювати інтерактивні навчальні матеріали, відеоуроки та тести, що сприяє підвищенню ефективності навчання та залученню учнів;

- Підвищення конкурентоспроможності: знання та використання хмарних сервісів відкритої науки може підвищити конкурентоспроможність вчителя на ринку праці та сприяти його професійному зростанню.

Виклики відкритої науки. Відкрита наука зумовлює необхідність змін у дослідницькій методології і практиці, у процесах впровадження – на рівні мислення, ментальності. Проблеми побудови системи відкритої науки охоплюють дві групи:

- людський фактор – необхідність оновлення цінностей, культури, модернізація освітньої і наукової сфери, формування свідомого відношення до запровадження відкритої науки, відповідних компетентностей та ін. На рівні закладів загальної середньої освіти – формування у вчителів умотивованості, свідомого прагнення до застосування переваг відкритої науки;

- технічний фактор – необхідність побудови якісної електронної інфраструктури, підготовки фахівців до підтримки і роботи з такою інфраструктурою та її постійного вдосконалення. На технічному рівні можуть

виникати перепони: фізичні (наприклад, невідповідна електронна інфраструктура), адміністративні (наприклад, потреба реструктуризації певних структур, установ, підрозділів чи ін.), компетентнісні (наприклад, відсутність належних навичок, умінь у технічного персоналу), юридичні (наприклад, пов'язані з законодавчою базою для обліку ліцензій, інтелектуальної власності тощо). Відсутність або низька якість Інтернет-з'єднання, ненадійне живлення, застаріле обладнання, ігнорування питань безпеки – все це призводить до невідповідності електронної інфраструктури, до неможливості забезпечення умов відкритості.

Різні фасилітатори (суб'єкти, залучені в процеси запровадження відкритої науки) мають об'єднатися у забезпеченні інклюзивності (підтримки різноманітності), сприяти рівноправній співпраці, справедливості і рівності у доступі до наукових надбань, враховувати відмінності, що існують в різних секторах економіки, регіональні особливості.

Чинники подолання перешкод на шляху запровадження відкритої науки.

- Освіта: важливо підвищувати обізнаність як майбутніх, так і практикуючих освітян (зокрема, вчителів) щодо сутності, принципів, способів реалізації, переваг відкритої науки, особливостей глобальної співпраці. Розвиток глобальної науки в багатодисциплінарному, мультикультурному контексті, наукова етика, безпека та конфіденційність даних, відкриті дані (будь то публікації чи програмне забезпечення) – ці та інші питання повинні розглядатися в рамках підготовки не лише наукових кадрів, а й кадрів освіти. Також при підготовці доцільно розглянути такі проблеми як «розриви» (gaps) – між науковою сферою і сферою практичної реалізації, між регіонами (в сенсі цифрової неоднорідності – технічного оснащення і цифрової компетентності; різного рівня забезпечення наукового сектору та ін.).

- Стимулювання: публічне визнання зусиль і досягнень фахівців у поширенні відкритої науки, що може виражатися в розробленні системи нагород, включенні відповідних критеріїв для прийому на посади і кар'єрного зростання, матеріальному заохоченні тощо. Стимулювання, заохочення може створити підґрунтя для мотивування поширювати у відкритому просторі результати своїх надбань, дотримуватися принципів FAIR.

- Електронна інфраструктура: важливо забезпечити доступний широкосмуговий Інтернет у всіх регіонах, в т.ч. сільській, віддаленій місцевості; підтримувати спільний доступ до широкого спектру ресурсів, включаючи апаратні системи, безпечні обчислювальні середовища на базі хмаро орієнтованих систем; забезпечити підготовку технічних фахівців, здатних здійснювати підтримку дослідницьких цифрових сервісів та інфраструктур, проектувати і розробляти відкрите програмне забезпечення для потреб відкритої науки тощо. На рівні закладів загальної середньої освіти – запровадження ставок для фахівців, які підтримуватимуть електронну інфраструктуру закладу, формування у вчителів цифрової компетентності на рівні, достатньому для застосування відкритих електронних ресурсів, цифрових сервісів [75].

Долання зазначених перепон сприятиме запровадженню системи відкритих наукових досліджень, що поєднає різні сектори на регіональному, державному та глобальному рівнях для взаємодії, спільного покращення

суспільного добробуту. Поряд із цим, важливо зазначити, що першочерговими змінами, які потрібно ініціювати, є культурні зміни, у т.ч. формування свідомого відношення, відповідальності, вмотивованості, відповідної ментальності майбутніх і практикуючих наукових і освітніх кадрів. Зокрема, у підготовці вчителів необхідно закласти кластер відкритої науки – формування їхньої компетентності щодо можливостей і практичного застосування принципів і переваг відкритої науки. Таку підготовку можна здійснювати у закладах вищої педагогічної освіти, закладах післядипломної педагогічної освіти. Доцільним є створення доступних дистанційних курсів, що сприяли б неперервному професійному розвитку вчителів у даному контексті.

Отже, нині відкрита наука є невід’ємним елементом розвитку сучасного глобалізованого світу, що сприяє підвищенню якості наукових досліджень, їхньої прозорості і достовірності, посиленню довіри до наукових результатів. Упровадження і розвиток відкритої науки стали можливими завдяки широкому застосуванню цифрових засобів, зокрема хмаро орієнтованих систем.

Для вчителя застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки відкриває потенціал для професійного розвитку, надаючи доступ до величезної кількості ресурсів, інструментів та можливостей для підвищення якості навчання та викладання. При цьому успішність моделювання і запровадження системи відкритої науки залежить від узгодженості та ефективності взаємодії різних суб’єктів відкритої науки – від політиків до освітян [75].

У результаті виконаної дослідницької роботи ми розробили рекомендації, спрямовані на подальший розвиток системи відкритої науки, та які можуть бути адресовані різним суб’єктам реалізації відкритої науки. Вважаємо, що тільки шляхом узгодженої співпраці різних зацікавлених сторін можна досягти значущих результатів.

Рекомендації щодо розвитку системи відкритої науки:

- Зміцнення зв’язків між наукою та суспільством, зокрема шляхом популяризації науки, залучення громадян до участі в розв’язанні проблем суспільного значення і т.ін. Впровадження та просування практик відкритої науки.

- Пропагування і всебічна підтримка науки, зокрема відкритої науки, на державному, громадському рівнях. Формування у суспільстві усвідомлення того, що наукові здобутки, знання сприяють подоланню проблем, криз різного рівня і складності.

- Сприяння обізнаності щодо можливостей і переваг, що надає запровадження принципів відкритої науки.

- Забезпечення рівного доступу до наукових результатів – як для дослідників різних галузей, так і для освітян (вчителів), громадськості (виробників, споживачів та ін.).

- Сприяння культурним, ментальним змінам у веденні наукових досліджень, як на рівні методології, так і на рівні практики.

- Забезпечення узгодженої політики щодо запровадження відкритої науки, зокрема шляхом відповідних дискусій на глобальному рівні, створення міжнародних угод.

- Забезпечення розвитку національної та міжнародної нормативно-правової бази, що сприяла б обміну науковими результатами, доступності наукових репозиторіїв попри міждержавні кордони.
- Розвиток якісної електронної інфраструктури для підтримки відкритої науки, забезпечення норм кібербезпеки.
- Розвиток електронних платформ відкритої науки для сприяння доступності, інклюзивності наукового прогресу для вирішення актуальних регіональних проблем.
- Сприяння розвитку компетентностей відкритої науки, навчання суб'єктів, які забезпечують підтримку відкритих даних, публікацій, програмного забезпечення.
- Сприяння співпраці державного і приватного секторів для посилення відкритої науки.
- Створення нових бізнес-моделей, відповідних умов для видавництв, щоби вони могли забезпечувати відкриту публікацію наукових результатів та доступ до них.
- Сприяння швидкій, оперативній доступності проміжних результатів досліджень у разі виникнення надзвичайних ситуацій глобального і регіонального рівнів.
- Розроблення нормативної бази для підтримки відкритих даних, відкритого програмного забезпечення.
- Розроблення системи заохочень тих суб'єктів, які запроваджують практики відкритих досліджень.
- Розроблення механізмів для вирішення проблем неправомірної поведінки в науковій сфері (зокрема, запровадження відповідальності за фальсифікацію результатів, порушення норм авторського права, наукової етики, плагіат тощо) [75].

Реалізація рекомендацій сприятиме подальшому розвитку відкритої науки, науковій співпраці, покращенню якості наукової та освітньої діяльності, підготовки та професійної діяльності майбутніх і практикуючих фахівців, зокрема вчителів.

7.3. Модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Для того, щоб дослідити, змодельовати або навіть розробити технологію і процедуру реалізації науково-педагогічної діяльності певного типу, необхідно розглянути дії з елементами знання. Тобто необхідно визначити, які типи когнітивних дій і в якій послідовності мають здійснюватися. Педагогічна технологія, процедура або алгоритм, якщо діяльність допускає алгоритмізацію в деяких аспектах, постають тими чи іншими конструктивними описами цієї діяльності.

Важливим елементом аналізу технології дослідження є визначення засобів

реалізації цієї технології, які також потребують вивчення, систематизації й опису для того, щоб можна було здійснювати їх доцільний добір і застосування. Добір і систематизація засобів цифрових технологій, що можуть бути застосовані для підтримування здійснення різних етапів педагогічного дослідження, є окремим завданням у царині дослідження технологізації дослідницької діяльності. Це дасть можливість виявити послідовність дій з формами мислення, а також здійснити добір засобів цифрових технологій, що найбільш доцільно використати на кожному етапі дослідження. Але, для надання методичних рекомендацій щодо використання цифрових технологій, найбільш придатних для підтримування науково-педагогічного експерименту, доцільно охарактеризувати ті з засобів, що нині знайшли використання і поширення у практиці досліджень і класифікувати їх згідно етапів експерименту [137].

У складі науково-педагогічного дослідження зазвичай виокремлюють такі етапи: підготовчий; дослідницький; інтерпретації та аналізу результатів; впровадження [137]. Детальний опис засобів цифрових технологій та їх приблизний перелік, необхідний для підтримування процесів реалізації етапів експерименту, також наведено у [137].

На підготовчому етапі цифрові технології доцільно застосовувати для підтримування низки типів діяльності:

- пошук та систематизація літературних джерел;
- складання науково-бібліографічного опису публікацій;
- пошук методики, методів, інструментарію проведення дослідження (для підтримки цих типів діяльності можуть бути застосовані пошукові сервери, спеціалізовані сайти, портали з питань дослідження);
- підготовка інструментарію (для цього можуть бути використані текстові, табличні редактори, засоби опрацювання зображень, відео, звуку, а також спеціалізовані пакети прикладних програм (ППП) з метою подання текстів анкет, протоколів опитувань, демонстраційних матеріалів тощо);
- планування та проектування процедури дослідження (для підтримки цих типів діяльності можуть бути використані спеціалізовані програмні засоби статистичного аналізу, що містять дисперсійний аналіз, для визначення оптимального розбиття на групи та добору піддослідних; методи для визначення об'єму вибірки для проведення дослідження, засоби підтримки планування та проектування етапів експерименту (наприклад, MATHLAB, SYSTAT та інші) [137].

На дослідницькому етапі засоби цифрових технологій доцільно використати для підтримування таких типів діяльності:

- збір фактичних даних;
- зберігання даних;
- попереднє опрацювання даних;
- візуалізація та подання даних;
- статистичний аналіз даних.

На даному етапі дослідження можуть бути використані цифрові засоби систем управління базами даних (СУБД), сховища даних для зберігання та опрацювання значних масивів даних, зокрема, великих даних; прикладні програми і сервіси для сортування, редагування для опрацювання даних;

побудови діаграм, графіків, візуалізації закономірностей, аналізу і інтерпретації результатів опрацювання даних. Для цього може бути використане спеціалізоване програмне забезпечення та сервіси опрацювання даних (SPSS, SYSTAT та ін.).

Спеціалізовані сервіси статистичного аналізу застосовуються для первинної (ранжування, шкалювання, описові статистики) та вторинної (дисперсійний, регресійний, кореляційний, факторний аналіз, тестування гіпотез) статистичного опрацювання даних (SPSS, CoStat, DeltaGraph, LeoStatistic, SYSTAT, Probability And Statistics J2SE); для встановлення валідності та надійності отриманих висновків (SPSS, STATISTICA). Можливе також застосування хмарних реалізацій сервісів опрацювання даних.

На етапі аналізу та інтерпретації результатів засоби цифрових технологій мають бути використані для підтримування процесів валідизації та встановлення надійності висновків (відповідні функції входять до складу деяких сервісів, наприклад, SPSS, STATISTICA).

На етапі впровадження цифрові засоби можуть бути використані для підтримування таких типів діяльності:

- створення об'єкта впровадження і втілення його у повсякденну практику навчально-виховного процесу;
- моніторинг функціонування об'єкта впровадження;
- управління функціонуванням об'єкта;
- встановлення зворотного зв'язку.

З метою створення об'єкта впровадження та забезпечення його самостійного функціонування, а також встановлення зворотного зв'язку, що полягає у донесенні результатів досліджень до громадськості, інформування про хід впровадження та коригування цього процесу, доцільне використання відповідних інформаційних технологій. Підтримка функціонування об'єкта впровадження, а також моніторинг та управління цим процесом, може здійснюватися, наприклад, шляхом ведення сайту експерименту, Інтернет-форуму, або розробки: презентацій, е-публікацій з проблеми дослідження. Може бути використане також спеціалізоване програмне забезпечення, або дані можливості входять до складу статистичних пакетів прикладних програм, що застосовувались у ході експерименту (SPSS, STATISTICA, DeltaGraph, LeoStatistic).

У результаті систематизації дані комп'ютерні засоби поставлено у відповідність з процесами діяльності на кожному з етапів дослідження, що дає можливість надання рекомендацій стосовно добору засобів до певного етапу. Перелік засобів, безумовно, не є повністю вичерпним, а передбачає можливість поповнення з огляду на появу та поширення нових видів засобів, що можуть бути також залучені на основі запропонованих критеріїв [137]. Вчителі наукових ліцеїв займаються не лише викладацькою діяльністю, але й проводять наукові дослідження, залучаючи до цього процесу ліцеїстів. Тому запропонований добір засобів можна розглядати як основу для побудови моделі використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Однією з ключових цілей, визначених у «Положенні про науковий ліцей» [83], є підготовка учнівської молоді до наукової та науково-технічної діяльності (експериментальної, конструкторської, винахідницької, пошукової). Досягнення цієї мети не обмежується матеріально-технічним забезпеченням та залученням до здійснення освітнього процесу наукових та науково-педагогічних працівників, зокрема, які мають науковий ступінь, вчені звання.

Для організації ефективного процесу здійснення учнями науково-дослідної діяльності, необхідна якісна підготовка вчителів наукових ліцеїв до проведення наукових досліджень та методично обґрунтоване використання ХОСВН для реалізації конкретних завдань на всіх їх етапах.

На рис. 7.5 запропоновано *модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів (дослідницький аспект)*.

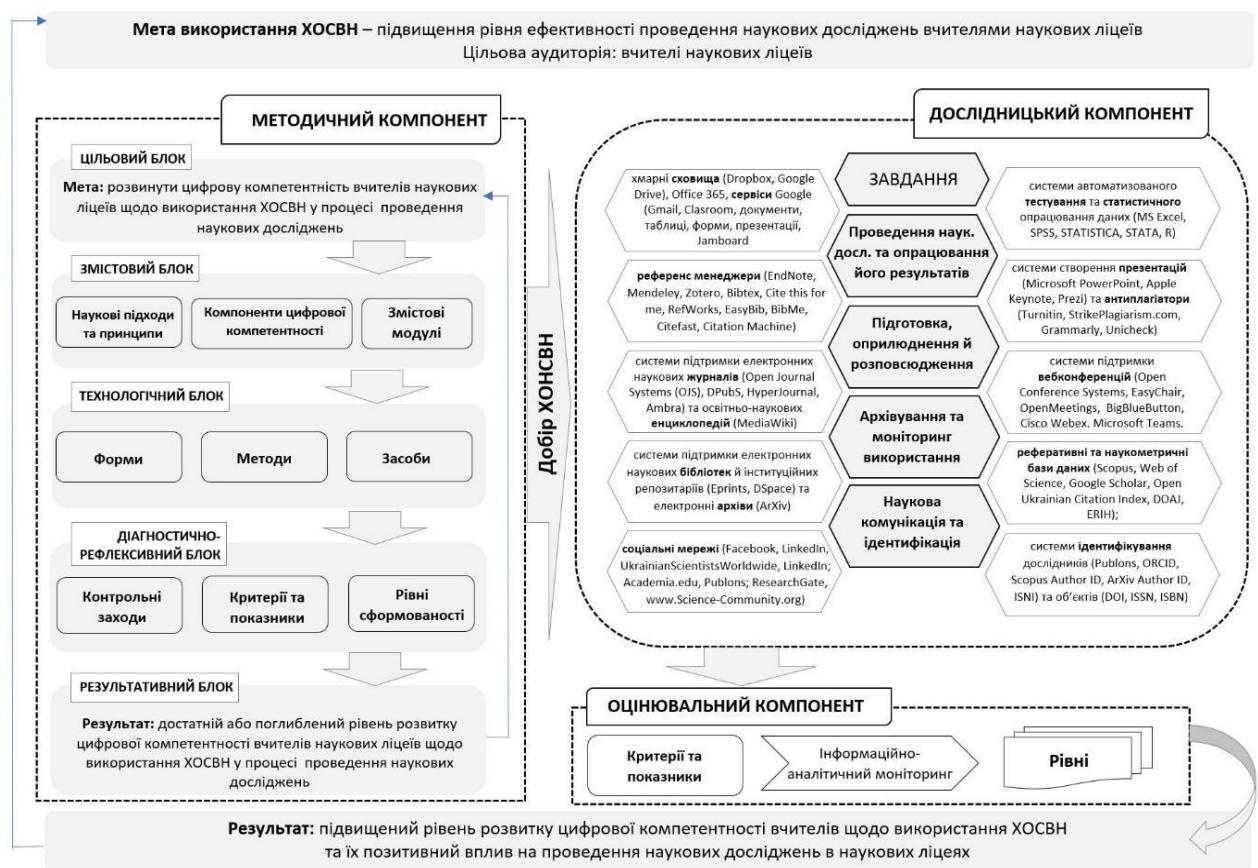


Рис. 7.5. Модель використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів (дослідницький аспект)

Метою використання ХОСВН визначено підвищення рівня ефективності проведення наукових досліджень вчителями наукових ліцеїв.

Методичний компонент відображає основні складові підвищення кваліфікації педагогів наукових ліцеїв, зокрема його *мету* – розвиток цифрової компетентності вчителів щодо використання ХОСВН у процесі проведення наукових досліджень. Передбачено застосування у цьому процесі основних *наукових підходів* до навчання дорослих (компетентнісного, андрагогічного, диференційованого, акмеологічного, синергетичного) та відповідних їм

принципів (відкритості, системності, науковості, академічної доброчесності, розвитку освітніх потреб, неперервності, варіативності, модульності, гнучкості й мобільності, технологічності, актуалізації результатів та випереджувального професійного розвитку та ін.). Підґрунтям розроблення змісту навчання є *компоненти цифрової компетентності* вчителів наукових ліцеїв щодо використання ХОСВН у процесі проведення наукових досліджень, а саме мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний та адаптивно-рефлексивний. Тематика *змістових модулів* охоплює розгляд таких груп питань:

а) теоретичні аспекти використання ХОСВН у процесі науково-інформаційного обміну:

- види наукової комунікації вчителя у процесі дослідження;
- етика проведення наукових досліджень і представлення їх результатів;
- відкрита наука та відкритий доступ;
- засоби пошуку якісного наукового контенту;
- засоби оприлюднення результатів наукових досліджень;

б) ІКТ підтримування процесу представлення результатів наукових досліджень з використанням ХОСВН: (електронні публікації, електронні бібліотеки/архіви, електронні журнали, веборієнтовані енциклопедії, електронні монографії, онлайн конференції, реферативні і наукометричні бази, електронні соціальні мережі, наукові форуми та блоги, системи ідентифікування дослідників та об'єктів, антиплагіатори, референс менеджери та ін.).

Навчальні цілі можливо досягти за допомогою таких *форм* організації навчання як тренінги, семінари, вебінари, дистанційні навчальні курси, лекції, практичні заняття, індивідуальна та самостійна робота, консультування і контрольні заходи щодо оцінювання навчальних досягнень вчителів.

У ході проведення занять рекомендовано застосувати *методи* організації навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інформаційна лекція, лекція-візуалізація, розповідь, демонстрування, бесіда, дискусія, обговорення, “мозковий штурм”, практична робота, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота з джерелами), методи стимулювання і мотивації (пояснення особистої значущості учіння, формування пізнавального інтересу, аналіз конкретних ситуацій, створення ситуації успіху в навчанні) та методи контролю (тестування й анкетування, захист індивідуальних завдань).

Учасників навчального процесу необхідно забезпечити такими *засобами*, як методичні рекомендації для викладачів щодо підготовки занять та проведення оцінювання навчальних досягнень слухачів, методичні рекомендації для слухачів та вказівки щодо виконання самостійної й індивідуальної роботи, інструктивно-методичні матеріали, технічні засоби навчання (підключення до мережі Інтернет, ноутбуки або персональні комп'ютери, проектор, інтерактивна дошка) та ХОНСВН, що описані в дослідницькому компоненті моделі.

Контроль навчальних досягнень учителів реалізується шляхом анкетування і тестового контролю знань з тематики кожного заняття та виконання індивідуальних завдань. Визначення *рівня сформованості* їхньої цифрової компетентності щодо використання ХОСВН у процесі проведення наукових досліджень (базовий, достатній, поглиблений) доцільно здійснити за

допомогою *критеріїв* (аксіологічний, когнітивний, праксеологічний, адаптивно-рефлексивний) та їхніх показників.

Результатом реалізації цієї методики, що ґрунтовно описана у роботі [51], передбачається досягнення достатнього або поглибленого рівня розвитку цифрової компетентності вчителів наукових ліцеїв щодо використання ХОСВН.

Дослідницький компонент репрезентує основні завдання, що необхідно реалізувати вчителю у ході проведення й впровадження результатів наукового дослідження: отримання даних, їх опрацювання, оприлюднення, розповсюдження та використання. Вказано відповідні хмаро орієнтовані системи відкритої науки, що можуть бути використанні для реалізації дослідницької діяльності з усіх навчальних предметів та не розглядаються ті, що застосовуються у конкретних дисциплінах. Добір таких засобів надав можливість виокремити групи доцільних ХОНСВ за наступним призначенням:

- для проведення наукового дослідження та опрацювання його результатів: *хмарні сховища* (Dropbox, Google Drive); Office 365; *сервіси Google* (Gmail, Classroom, документи, таблиці, форми, презентації, Jamboard; системи автоматизованого *тестування та статистичного опрацювання* даних (SPSS, STATISTICA, STATA, MS Excel, R);

- для підготовки наукового рукопису до друку: *референс менеджери* (EndNote, Mendeley, Zotero, RefWorks, Grafiati, Citethisforme, CiteFast, CiteMaker, MyBib, Citation Generator, Researchomatic та ін.), *антиплагіат системи* (Turnitin, StrikePlagiarism.com, Grammarly, Unicheck та ін.);

- для підготовки доповіді: системи створення *презентацій* (Canva, Microsoft PowerPoint, Apple Keynote, Prezi);

- для оприлюднення результатів дослідження: системи підтримки електронних наукових *журналів* (Open Journal Systems) та освітньо-наукових *енциклопедій* (MediaWiki);

- для апробації та розповсюдження: системи підтримки *вебконференцій* (EasyChair, Zoom, BigBlueButton, Cisco Webex, Open Conference Systems, Microsoft Teams, Google Meet);

- для архівування даних і наукових праць: системи підтримки електронних наукових *бібліотек* й інституційних *репозитаріїв* (Eprints, DSpace) та електронні *архіви* (ArXiv);

- для моніторингу використання: *реферативні та наукометричні бази даних* (Scopus, Web of Science, Google Scholar, Open Ukrainian Citation Index, DOAJ, ERIH);

- для ідентифікації: системи *ідентифікування дослідників* (ORCID, Scopus Author ID, WoS ID, ArXiv Author ID) та *об'єктів* (DOI, ISSN, ISBN);

- для наукової комунікації та пошуку партнерів: *соціальні мережі* (Facebook, LinkedIn, ResearchGate).

Оцінювальний компонент моделі передбачає, що після підвищення кваліфікації вчителів і практичного здійснення ними науково-дослідної діяльності, необхідно здійснити інформаційно-аналітичний моніторинг впровадження отриманих результатів за системою критеріїв й показників (наукометричні показники, перемоги на олімпіадах, розроблені дослідні зразки

та ін.) та визначити рівень ефективності використання ХОСВН (базовий, середній, високий).

Результатом реалізації запропонованої моделі є підвищений рівень цифрової компетентності вчителів щодо використання ХОСВН та їх позитивний вплив на проведення наукових досліджень в наукових ліцях.

Виявлення у складі педагогічних теорій як систем наукового знання різноманітних структур та когнітивних процесів, пов'язаних з ними, що мають комплексну та багаторівневу будову є одним із напрямів методологічних досліджень у цій царині. До згаданих когнітивних процесів належать, зокрема такі, як висунення та перевірка наукових гіпотез, збирання, опрацювання та аналіз наукових фактів, формулювання і обґрунтування висновків та ін. Результати досліджень свідчать, що виокремлення і систематизація когнітивних дій у складі наукового знання, та розгляд відповідних їм процесів формування і розвитку знання постає досить часто складним і нетривіальним методологічним завданням. Наукова теорія передбачає у своїй будові комплексну, багатопланову та ієрархічну систему певних дій зі структурами знання, спрямованих на виконання функцій різноманітних типів. Таким чином, виокремлення різноманітних різновидів, типів та рівнів ієрархії у структурі науково-педагогічної діяльності, відповідна їх систематизація у складі наукових теорій потребують окремого вивчення і аналізу, зокрема, шляхом побудови моделей і реконструкцій. Методологічної реконструкції систем наукового знання охоплюють відповідні підсистеми і рівні ієрархії, що містять у своєму складі окремі елементи знання.

Науково-педагогічне дослідження складається з наступних етапів: підготовчий; дослідницький; інтерпретації та аналізу результатів; впровадження. В запропонованій моделі використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів в першу чергу розкрито саме дослідницький аспект. До складників моделі віднесено: мету, методичний компонент, дослідницький, оцінювальний та результат. При цьому добір хмарних сервісів відкритої науки напряму залежить від поставлених завдань та узгоджується з етапами наукового дослідження. Запропонований перелік хмарних сервісів відкритої науки, систем та ресурсів може бути використаний не лише в рамках підвищення кваліфікації вчителів, але й навчальному процесі наукового ліцею для організації дослідницьких робіт ліцеїстів.

РОЗДІЛ 8. МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

8.1. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Сфера вищої освіти є середовищем, де відкрита наука та відкрита освіта можуть мати взаємозв'язки в межах спільної концепції відкритості. Більш того, відкрита наука та відкрита освіта пов'язані між собою такими суб'єктами, як викладачі закладів вищої освіти, які задіяні в науково-дослідному процесі. Існують деякі ключові компоненти відкритості у відкритій науці, які мають зв'язки з відкритою освітою. Більше того, ці аспекти також можуть бути пов'язані з науково-дослідною та освітньою діяльністю. Одним із компонентів є інструменти, тобто системи та послуги - переважно цифрові - які підтримують спілкування та співпрацю в науковій спільноті. Відкритість у цьому сенсі може стосуватися доступності інструменту, його вартості або сумісності з іншими послугами. Багато дослідників називають інструменти та програмне забезпечення з відкритим кодом послугами, які є доступними, модифікуються та мають вільний (повторно) використаний код. Таким чином, відкриті джерела дослідницьких інструментів легко та доступно використовувати для навчання та викладання та можуть полегшити доступ до даних досліджень та джерел для студентів чи учнів. Другий компонент - це діяльність, така як особиста поведінка та взаємодія науковців, як спілкування та співпраця в наукових спільнотах. Діяльність може бути видимою для всіх, обмеженою для певних груп або закритою, як наприклад, процеси сліпого рецензування. Пристосовуючи їх до навчального процесу, наукова діяльність може стосуватися або поведінки вчителів, або поведінки учнів. Актуальними аспектами для учнів є варіанти створення та обміну власними матеріалами та обговорення їх з однолітками. Третім компонентом є такі ресурси, як дані, книги чи наукові статті [132].

Аналізуючи опис методики використання науково-навчальної хмари наукової (освітньої) установи та методики використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари AWS наведені в дослідженні М. П. Шишкіної [98] було виконано опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Структура методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Цільовий компонент.

Мета: підвищення рівня навчання і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки.

Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

Елементи змісту перепідготовки, підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

Технологічний компонент.

Методи навчання: спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний.

Форми навчання: тренінги, навчальні курси, дистанційні навчальні курси, семінари, вебінари, індивідуальні консультації, лекція (традиційна, проблемна) із застосуванням хмарних сервісів та систем відкритої науки.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (хмарні сервіси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom Skype).

Результативний компонент: підвищення рівня навчання і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки.

Мінімальні вимоги до апаратно-програмного забезпечення на пристрої користувача: наявність браузера та підключення до мережі Інтернет (дротове чи Wi-Fi).

Орієнтовний план тренінгових занять.

Тема 1. Реєстрація в EOSC та створення проєкту (4 год.).

Тема 2. Добір та додавання окремих хмарних сервісів (4 год.).

Тема 3. Використання загальногалузових хмарних сервісів (2 год.).

Тема 4. Використання спеціалізованих хмарних сервісів (2 год.).

Всього: 12 год.

Запровадження даної методики рекомендується на вищому рівні хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Рекомендовано проведення окремого курсу (очного чи дистанційного) підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. При цьому його специфіка полягає у виключному використанні інструментарію EOSC. Курс підвищення кваліфікації з використання інструментарію EOSC вчителями бажано проводити тривалістю більше ніж тиждень, оскільки окремі хмарні сервіси, які користувач додає до свого проєкту потребують перевірки та ліцензійної згоди. Цей процес може тривати від одного дня до трьох.

Попередньо треба провести підготовчу роботу, пояснивши, що робота буде відбуватись в англомовному середовищі, тому можливо, знадобиться залучення сторонніх програмних засобів (автоматичних та напівавтоматичних перекладачів). Тому, основні моменти використання краще подати, як зразок покрокової роботи з EOSC у вигляді довідкових чи навчально-довідкових матеріалів. Як варіант розробити спеціальні зошити з нотатками де кожен слухач курсів зможе записати індивідуальні спостереження роботи з інструментарієм EOSC. Велику увагу слід приділити демонстраційному матеріалу, що буде використаний під час лекцій. Це може бути як презентація з аудіо супроводом, так і попередньо записане відео (короткий довідковий матеріал).

Також вчителі мають бути ознайомлені з подробицями створення проєкту та спланувати його наповнення. Ці моменти є більш організаційного характеру,

однак потребують додаткових роз'яснень та консультацій. Слухачі курсу попередньо визначають структуру майбутнього проекту, його цілі, задачі та проблеми які будуть вирішені після його створення.

Під час вивчення тем 3 та 4 ознайомити слухачів з категоріями сервісів, що наявні в структурі EOSC та пояснити, що в першу чергу вони орієнтовані на науковців. Однак більшість з них можуть бути використані для організації спільної роботи учнів на уроках, для налагодження комунікації. Окремою категорією постають сервіси, які скоріше нагадують репозитарії наукових досліджень. Дані сервіси відкритого доступу будуть також корисні педагогам, оскільки представляють собою останні новинки провідних досліджень Європи, вчителі зможуть ознайомитись з зарубіжними аналогами безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки.

Як приклад можна навести короткий опис та використання одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC – 3DBionotes-WS. Веб-платформа 3DBionotes-WS інтегрує кілька веб-служб та інтерактивний веб-переглядач, щоб забезпечити єдине середовище, в якому біологічні анотації можна аналізувати в їх структурному контексті. Після спалаху COVID-19 нові структурні дані багатьох вірусних білків були включені в новий розділ 3DBionotes-COVID-19 (рис. 8.1).

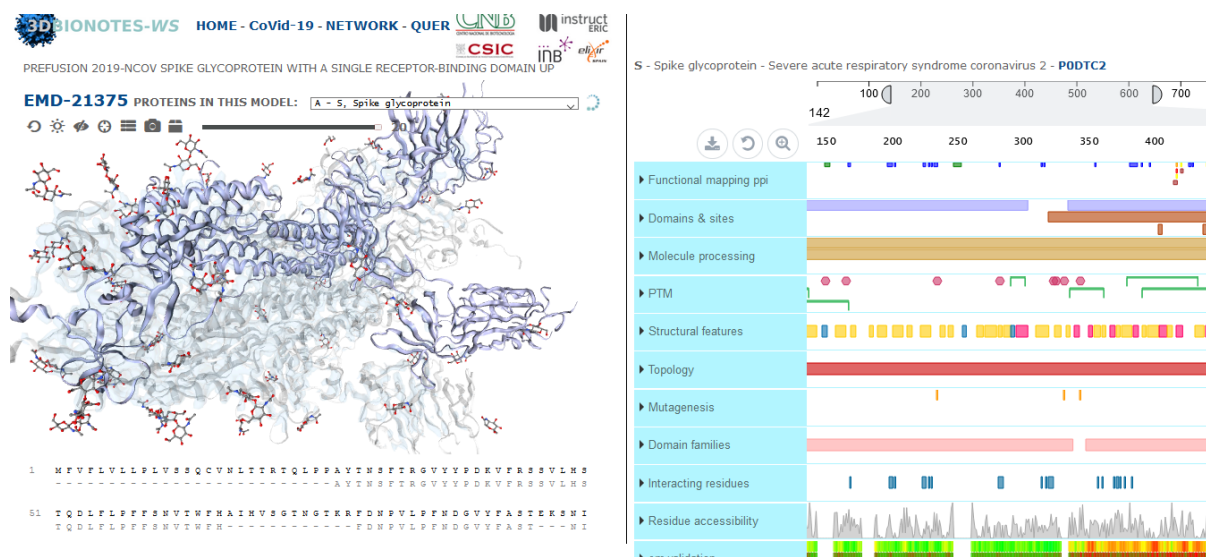


Рис. 8.1. Приклад структурної моделі

Модель є динамічною. За допомогою кнопок навігації користувач може додавати окремі елементи, переглядати підписи. Наводячи мишкою на окремі елементи моделі з'являється підпис з поясненням. Хмарний сервіс надає можливість самостійно створювати структурні моделі, завантажувати вже готові чи переглядати наявні.

Слухачів слід орієнтувати на те, що всі сервіси Європейської хмари відкритої науки не можна опанувати в рамках курсів підвищення кваліфікації. Головне, щоб вчителі запам'ятали основи роботи з EOSC, етапи створення власного проекту та додавання до нього хмаро орієнтованих сервісів, що представлені в переліку за категоріями.

Під час проведення тренінгових занять можуть виникати певні труднощі:

1. Попередньо треба попереджати технічну підтримку того чи іншого хмарного сервісу, адже одночасне використання великої кількості користувачів з України (близько 1000), може бути розцінене як DoS-атака. Це призводить до тимчасового відключення акаунтів користувачів чи повного блокування послуг за локалізацією.

2. Якщо все ж хмарний сервіс тимчасово заблоковано йому має бути надана альтернатива (можливо гнучкий графік виконання завдань з використанням того чи іншого сервісу).

3. Можливий варіант, коли в окремій місцевості відсутнє повне чи часткове інтернет-з'єднання, а учасники тренінгових занять обмежені часовими рамками.

4. Треба бути готовими, що той чи інший акаунт користувача може бути заблоковано чи видалено. Ця проблема особливо актуальна під час організації групової роботи.

5. Слід врахувати той момент, що за певних технічних причин акаунт того чи іншого користувача не буде одразу доступним для роботи (підключення іншими учасниками тренінгових занять).

6. Учасникам тренінгових занять слід попередньо пояснити, чому обрано саме ті чи інші хмарні сервіси, чим вони відрізняються, в чому їх особливість та чому їх слід вважати відкритими. Хоча попередньо вчителі вивчають парадигму відкритої науки, але не одразу стає зрозумілим як це використати на практиці.

Отже, в процесі дослідження було встановлено, що існує взаємозв'язок між відкритою наукою та відкритою освітою, що цілі та принципи відкритої науки можна впровадити в закладах вищої освіти. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки майже не використовуються в закладах вищої освіти та на курсах підвищення кваліфікації вчителів. Тобто існують проблеми з використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки через недостатню розробленість методик їх використання. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів має включати такі засоби навчання, щоб охопити різні потреби вчителів залежно від форми та предметів викладання [59].

Використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку може призвести до впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в шкільну практику, використання окремого інструментарію в рамках шкільних предметів, що урізноманітнить навчальний процес та призведе до підвищення його науковості.

8.2. Методика використання відкритої науки вчителями природничо-математичних предметів української школи

Інтерес учених до питання відкритої науки з кожним роком зростає, це обумовлено як розвитком академічної доброчесності на всіх рівнях освіти, так і відкритим доступом й використанням середовищ відкритої науки,

популяризацією сучасних досліджень і відкритих даних.

У працях закордонних вчених обґрунтовуються теоретичні та практичні аспекти розвитку відкритої науки в контексті процесів впровадження принципів відкритої освіти. Вони досліджують взаємозв'язок між цими двома концепціями та обговорюють переваги та виклики, які виникають у зв'язку з реалізацією відкритої освіти та науки для забезпечення доступу до якісної освіти [141].

Науковий напрям використання відкритих освітніх ресурсів (ВОР), що набув популярності серед вчених в останні роки, досліджує значна кількість вчених. Зокрема вчені з Британської Колумбії (British Columbia) аналізують мотивацію викладачів до використання ВОР, перешкоди, з якими вони стикаються, та стратегії, які вони використовують для успішного впровадження ВОР у своїй практиці [134].

Учених також зацікавило питання впливу відкритої освіти на використання студентами відкритих освітніх ресурсів і друкованих підручників. Вони з'ясували, що студенти, які використовували відкриті освітні ресурси та цифрові підручники, показали такі ж результати або навіть краще, ніж ті, хто користувався друкованими підручниками. Результати дослідження дають зрозуміти потенційні переваги відкритої освіти і науки для учнів та студентів [129].

Під час переходу до онлайн-навчання через пандемію COVID-19 було виявлені майже забуті проблеми нерівності, які стали ще більш помітними через цифровий розрив. З орієнтацією на нерівності в доступі до освіти, педагогічна спільнота сподівалась на великі можливості, що надають відкриті освітні ресурси (ВОР), які можуть бути корисними для студентів, що навчаються очно, змішано та онлайн. Автори дослідження проаналізували поточну практику використання ВОР та визначили проблеми, запропонували рішення, які можуть бути використані в освітній практиці [107].

Крім практичних аспектів, вчених також турбували певні філософські питання. Зокрема дослідження факторів, що впливають на те, чому дослідники діляться своїми даними. Результати дослідження показали, що дослідники, які вважаються більш відкритими до науки та технологій, більш схильні ділитися даними. Автори рекомендують різні способи підвищення свідомості про відкритість даних, що можуть бути спрямовані на покращення якості представлення результатів досліджень і сприяння науковому прогресу, розробленню необхідних дослідницьких політик, які б краще стимулювали обмін даними [128].

У процесі дослідження підходів відкритої науки було встановлено, що відтворюваність є ключовим елементом наукової діяльності, оскільки дозволяє й іншим дослідникам перевіряти та підтверджувати результати дослідження; описано різні шляхи покращення відтворюваності досліджень, включаючи відкритий доступ до даних та коду, використання стандартів звітності та перевірку результатів дослідження. Наголошено на визначенні заходів для оптимізації ключових елементів наукового процесу, а саме: методів, звітності та розповсюдження, відтворюваності, оцінюванні та стимулюванні, що сприятиме підвищенню прозорості та ефективності наукових досліджень [141].

Одним із критеріїв якості дослідження вчені зазначають цитування наукових публікацій. Вченими підтверджено вплив відкритого доступу до даних на кількість цитувань дослідження, а саме: дослідження, які надають відкритий доступ до даних, отримують більше цитувань, ніж ті, які не надають доступ до них. Автори робить акцент на необхідності підтримки відкритих даних у науковому середовищі [153].

Освіта залишається ключовою ланкою розвитку суспільства. Тому вчених зацікавив потенціал відкритої науки для STEM-освіти в контексті відкритих навчальних ресурсах, відкритої співпраці. Вони аргументують, що відкриті практики можуть забезпечити кращий доступ до знань, покращити якість навчання та сприяти інноваціям в освітній системі [120].

Автори дослідження «Open Science Practices in the Digital Age: A Study of Researcher Behaviour Based on Scopus Data» проаналізували понад 14 мільйонів наукових статей, які були опубліковані з 2000 по 2018 роки та встановили, що практики відкритої науки набули значного поширення в останні роки. Більшість дослідників, які публікують статті в журналах з високим імпакт-фактором, використовують відкриті джерела, такі як відкриті дані і відкритий доступ до публікацій; використовують соціальні мережі та наукові форуми для обміну ідеями та знаннями. На їхню думку рух відкритої науки має потенціал підвищити ефективність наукових досліджень і забезпечити більшу доступність до наукових знань [134].

Статті закордонних авторів демонструють важливість ресурсів відкритої науки та відкритості даних не тільки для наукової діяльності, а й для розвитку освіти. Вони надають рекомендації для покращення відтворюваності досліджень, збільшення кількості дослідників, які діляться даними, демонструють користь відкритого доступу до даних, наголошують на необхідності впровадження принципів відкритої науки в освітню практику.

Питання відкритої науки в закладах загальної середньої освіти залишається актуальним. У низці наукових праць обґрунтовано положення, що впливають на прискорене впровадження принципів відкритої науки в закладах освіти, зокрема:

- розроблено рекомендації з використання відкритих джерел інформації та відкритих наукових баз даних в освітньому процесі, розглянуто питання використання таких систем у забезпеченні доступу до наукової інформації з метою співпраці в процесі досліджень та розробок, використання хмарних технологій для зберігання та оброблення отриманих даних [31];

- визначено перспективні напрями розвитку закладів освіти в контексті використання підходів відкритої науки, обґрунтовано її переваги та недоліки, зазначено про необхідність належного рівня підготовки вчителів та учнів до використання хмарних технологій, а також на важливість підвищення рівня їх інформаційної грамотності загалом [29];

- описано діяльність учнів у підготовці конкурсних проєктів, реалізованих в рамках впровадження підходів відкритої науки, зокрема використання

електронних ресурсів для підвищення ефективності публікаційної діяльності юних дослідників; окреслено перспективи розвитку відкритої науки в закладах загальної середньої освіти та виокремлено проблеми, що потребують уваги з боку освітян [34];

- зазначено про необхідність розширення сфери комунікаційної діяльності бібліотеки, зокрема з урахуванням підходів відкритої науки, інтеграції високотехнологічних схем формування інформаційної бази відкритої науки для сприяння функціональному перетворенню бібліотеки з елемента наукової інфраструктури в учасника дослідницької діяльності, обґрунтовано можливості використання електронних наукових бібліотек у освітньому процесі; обґрунтовано переваги використання відкритих наукових ресурсів для розвитку наукової грамотності учасників освітнього процесу [35].

- розроблено рекомендації щодо запровадження засобів і сервісів відкритої науки в наукову та освітню практику [68].

Отже, відкрита наука може стати важливою складовою шкільної освіти, яка сприятиме розвитку науково-дослідницьких навичок учнів у підготовці їх до майбутньої наукової діяльності. Проекти, такі як створення віртуальної наукової лабораторії та віртуального музею науки, проведення науково-дослідних конференцій та семінарів, можуть бути важливими для розвитку відкритої науки в закладах загальної середньої освіти.

I. Середовища відкритої науки як орієнтир розвитку змісту загальної середньої освіти.

Розглянемо поняття «розвиток освіти». Воно включає в себе процеси, які спрямовані на поліпшення якості та ефективності освітніх систем, що працюють на різних рівнях – від дошкільної освіти до вищої освіти та навчання протягом життя.

Розвиток освіти передбачає впровадження нових підходів та методів навчання, оновлення навчальних програм, розробку та впровадження нових технологій у навчальний процес. Одним із складників цього процесу є підвищення кваліфікації педагогічних кадрів, вдосконалення системи оцінювання знань та навичок учнів, забезпечення рівних можливостей доступу до якісної освіти для всіх категорій учнів.

Розвиток освіти також передбачає збільшення фінансування освіти, що дозволяє забезпечувати необхідне обладнання та матеріали для навчання, підтримку науково-дослідницької роботи та розвитку міжнародного співробітництва в галузі освіти. В цілому, розвиток освіти має на меті забезпечення населення необхідними знаннями та навичками для успішної соціальної адаптації та професійного розвитку.

Розвиток змісту освіти – це один з ключових аспектів розвитку освіти, який включає в себе оновлення та зміну змісту навчальних програм, передбачає перегляд і переробку підходів до навчання та зміну фокусу на найбільш актуальні питання та потреби суспільства. Він повинен відповідати вимогам сучасного світу та забезпечувати учням необхідні знання та навички для

успішної соціальної та професійної адаптації. Наприклад, важливими складниками змісту освіти сьогодні є формування низки компетентностей учнів, зокрема мовної, інтеркультурної, цифрової, вміння працювати в команді та розвивати креативність. Оновлення змісту освіти також передбачає впровадження інноваційних методів та форм навчання, зокрема, проектної та дослідницької діяльності, навчання відповідно до індивідуальних потреб та здібностей учнів, використання мультимедійних технологій та інтерактивних ігор.

У світі швидко змінюються вимоги до знань та навичок, тому розвиток змісту освіти має бути постійним і динамічним процесом. Тільки за умови постійного оновлення змісту освіти можна гарантувати, що учні отримають необхідні компетенції для успішного розвитку у сучасному світі. Включення найновіших даних про розвиток науки і техніки в зміст освіти сприятиме формуванню в учнів сучасних поглядів на оточуючий світ, усвідомленню важливості результатів наукових відкриттів для розвитку суспільства, формуванню випускника з сучасним світоглядом.

II. Середовища відкритої науки як інструмент сучасного вчителя природничо-математичних предметів.

Окрім традиційних методів навчання, вчителі природничо-математичних предметів можуть використовувати інтерактивні середовища, де учні можуть досліджувати, експериментувати та спілкуватися зі спеціалістами різних галузей науки. Відкриті наукові середовища дозволяють учням отримати доступ до останніх наукових досліджень та даних, що дозволяє їм бути в курсі останніх тенденцій та розробок у певній галузі наук. Використання таких середовищ також сприяє розвитку критичного мислення та дозволяє учням створювати власні гіпотези, проводити дослідження та перевіряти їх на практиці. Крім того, середовища відкритої науки можуть бути корисним інструментом для підвищення мотивації учнів. Вони дозволяють учням побачити, як їхні знання та навички можуть бути використані для розв'язання реальних проблем, що в свою чергу стимулює їхню зацікавленість у навчанні.

Розглянемо приклади середовищ відкритої науки за напрямками: платформи для розміщення і пошуку даних, наукові видання з обґрунтуванням наукових результатів, платформи, що включають малюнки, набори даних, зображення та відео, платформи з інструментарієм для збору даних, пошукові системи та освітні платформи з тематики, що досліджується.

Open Science Framework (OSF) – це веб-платформа, що дозволяє дослідникам збирати, проводити та публікувати наукові дослідження, ділитися даними, кодом, протоколами та іншою інформацією про свої дослідження. Вона розроблена на базі відкритого програмного забезпечення і може бути використана для реалізації принципів відкритої науки для будь-яких наукових досліджень. Головною метою платформи OSF є полегшення реплікації досліджень та забезпечення публічного доступу до них (рис. 8.2).

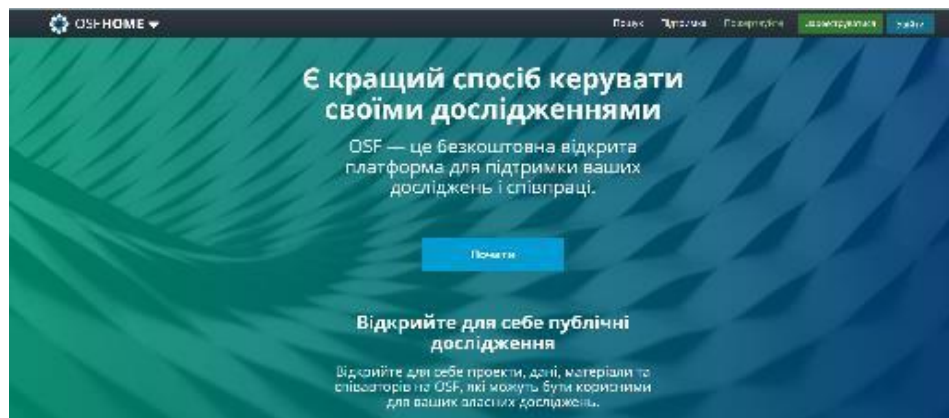


Рис. 8.2. Вигляд домашньої сторінки веб-платформи OSF (<https://osf.io/>)

Zenodo – це відкритий репозиторій загального призначення, розроблений в рамках європейської програми OpenAIRE і керований ЦЕРН. У цьому репозитарії дослідники мають можливість зберігати наукові роботи, набори даних, дослідницьке програмне забезпечення, опублікувати свої дані, код, звіти, будь-які цифрові артефакти, пов'язані з дослідженнями та інші матеріали відкритої науки (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Вигляд домашньої сторінки репозитарію Zenodo (<https://zenodo.org/>)

PLOS ONE – це наукове видання з відкритим доступом, яке дозволяє дослідникам публікувати свої наукові статті відкрито та безкоштовно (рис. 8.4).

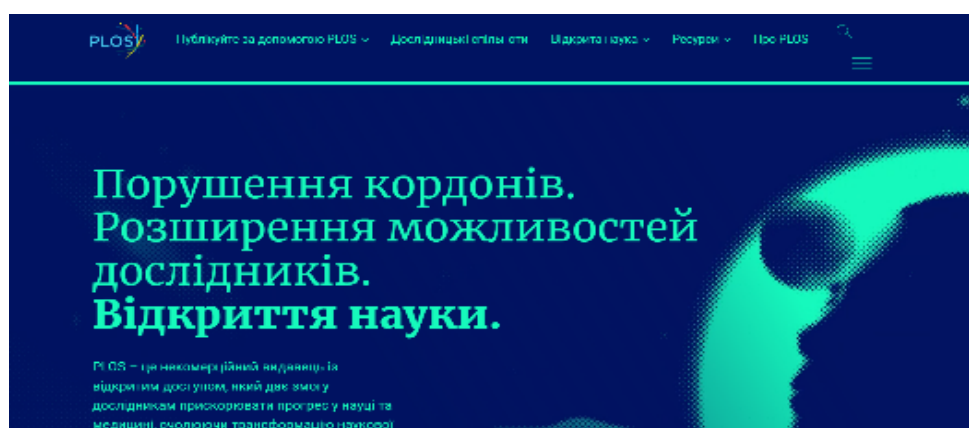


Рис. 8.4. Домашня сторінка наукового видання PLOS ONE (<https://plos.org/>)

Важливо зазначити, що видання широко індексується такими базами даних, як Crossref, Dimensions, DOAJ, Google Scholar, PubMed Central, Scopus, Web of Science та ін.

Figshare – це безкоштовне онлайн-сховище відкритого доступу, де дослідники можуть публікувати свої дані дослідження, зберігати та ділитися своїми результатами дослідження, включаючи малюнки, набори даних, зображення, відео, код та інші матеріали відкритої науки (рис. 8.5).



Рис. 8.5. Домашня сторінка онлайн-сховища Figshare (<https://figshare.com/>)

Open Data Kit (ODK) – це платформа для збору даних з відкритим кодом, що дозволяє користувачам заповнювати форми в автономному режимі та надсилати дані на сервер під час сеансу онлайн. Дані на сервері можна завантажувати, переглядати та опрацьовувати (рис. 8.6).

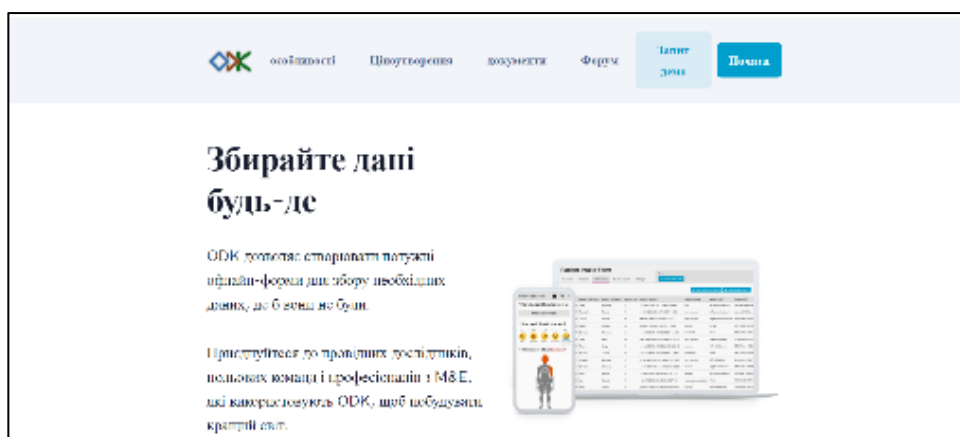


Рис. 8.6. Домашня сторінка платформи збору даних ODK (<https://getodk.org/>)

Open Access Works – це розширення браузера, що дозволяє користувачам здійснювати пошук наукових статей з відкритим доступом, перегляд сторінки з описом потрібної статті або знайти альтернативні шляхи доступу до наукової продукції (рис. 8.7).



Рис. 8.7. OAW – надбудова в браузері для пошуку даних (<https://oa.works/>)

Open Science MOOC – це безкоштовний онлайн-курс, який надає відомості про теорію та практику відкритої науки (рис. 8.8).

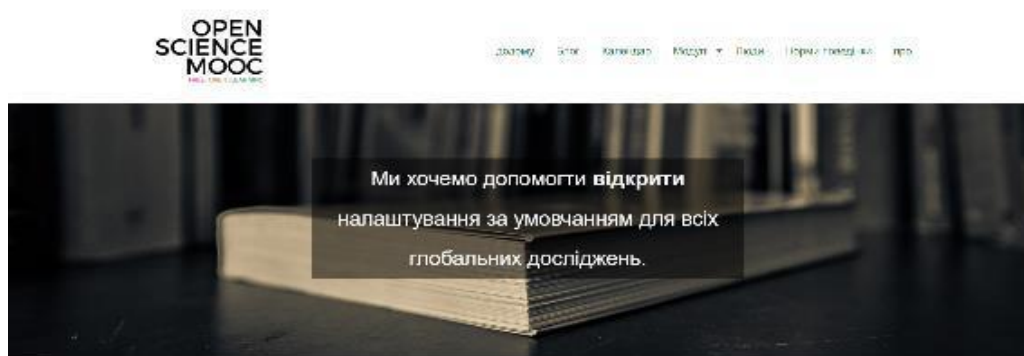


Рис. 8.8. Онлайн-курс про відкриту науку (<https://opensciencemooc.eu/>)

Аналізуючи нормативні документи [159; 160; 161] та звіти UNESCO [163; 164], було визначено перспективи використання підходів відкритої науки для освіти. Як зазначено в документах, середовища відкритої науки можуть стати надзвичайно корисними для вчителів та викладачів у різних аспектах, таких як: забезпечення доступу до наукових матеріалів, надання ресурсів для створення власних матеріалів, допомога в підвищенні кваліфікації, а також розвитку наукової грамотності учнів та студентів (рис. 8.9).



Рис. 8.9. Напрями використання середовищ відкритої науки

Доступ до наукових матеріалів. Вчителі можуть використовувати середовища відкритої науки для знаходження інформації та наукових досліджень на теми, які вони викладають. Наприклад, вчителі можуть шукати наукові статті, дослідження та матеріали для своїх уроків.

Open Access Journals: це журнали, які надають вільний доступ до наукових статей. Наприклад, Public Library of Science (PLOS) надає доступ до безкоштовних наукових статей з біології, медицини або «Інформаційні технології і засоби навчання» (ІТЗН) – з упровадження безкоштовних цифрових ресурсів та технологій.

ResearchGate: це соціальна мережа для дослідників, де вони можуть ділитися науковими статтями, дослідженнями та іншими матеріалами. Вчителі можуть використовувати ResearchGate для спілкування з дослідниками засобами електронної пошти, знаходження наукових досліджень та статей, які вони можуть використовувати на своїх уроках, долучення до досліджень у якості експериментальних майданчиків.

Доступ до відкритих ресурсів для створення власних матеріалів. Вчителі можуть використовувати відкриті ресурси з середовищ відкритої науки для створення своїх власних матеріалів для уроків, таких як презентації, відео та інші дидактичні матеріали, організовувати практикуми та освітні експедиції.

Open Educational Resources (OER) – публічна цифрова бібліотека відкритих освітніх ресурсів, що налічує більше ніж 50 000 відкритих ресурсів для використання в освітній практиці вчителів (<https://www.oercommons.org/>).

Ресурси для розвитку наукової грамотності. Вчителі можуть використовувати середовища відкритої науки для сприяння розвитку наукової грамотності своїх учнів. Наприклад, вони можуть надавати учням доступ до відкритих даних та наукових досліджень, щоб допомогти їм зрозуміти науковий процес та наукові методи.

Citizen Science Projects (<https://education.nationalgeographic.org/>): це проекти, які запрошують учнів та студентів брати участь у наукових дослідженнях. Наприклад, проект Galaxy Zoo (2009 р.) – інтернет-проект з класифікації різних типів галактик до якого запрошують користувачів класифікувати зображення далеких астрономічних об'єктів, визначати форми галактик на зображеннях та ін.

Ресурси для підвищення кваліфікації. Вчителі можуть використовувати середовища відкритої науки для підвищення своєї кваліфікації та знань з наукових дисциплін. Наприклад, вони можуть відвідувати курси в середовищах, таких як Open Science MOOC.

Open Science MOOC – це безкоштовна онлайн-платформа, яка пропонує курси з відкритої науки. Курси на цій платформі можуть бути корисні для вчителів, які хочуть підвищити свою кваліфікацію та знання з відкритої науки.

Отже, середовища відкритої науки, описані вище, можуть бути корисними для вчителів, які хочуть підвищити свою кваліфікацію, створювати дидактичні матеріали та допомогати у підвищенні рівня наукової грамотності й формуванні дослідницьких компетентностей своїх учнів.

III. Форми, методи та підходи навчання вчителів з використанням

середовищ відкритої науки.

Процесу використання підходів відкритої науки вчителями в професійній діяльності передують його особиста підготовка, а саме: розвиток його компетентності з питань відкритої науки. Тому важливо виокремити форми, методи, підходи щодо навчання вчителів використанню підходів відкритої науки.

Розглянемо декілька *форм навчання* вчителів з використанням середовищ відкритої науки (рис. 8.10).

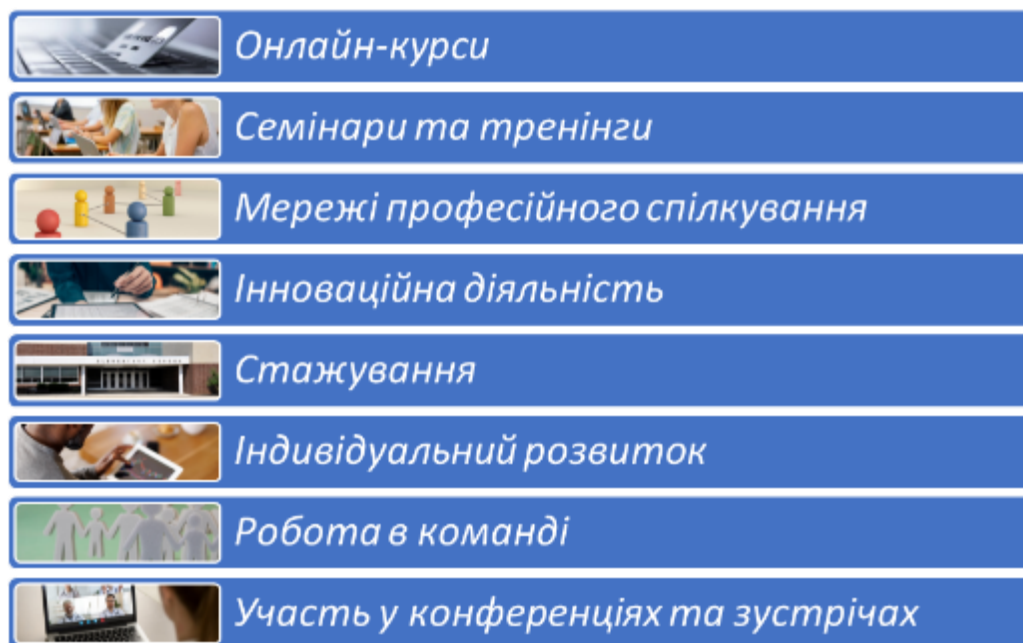


Рис. 8.10 Форми навчання вчителів з використання середовищ відкритої науки

Онлайн-курси. Вчителі можуть взяти участь в безкоштовних онлайн-курсах з відкритої науки, які пропонуються на платформах, таких як Open Science MOOC, Coursera та edX. Ці курси можуть допомогти вчителям зрозуміти основні поняття відкритої науки та навчитися використовувати інструменти, що використовуються в цій галузі.

Семінари та тренінги. Вчителі можуть взяти участь в семінарах та тренінгах, організованих закладами вищої освіти, науковими установами або закладами загальної середньої освіти, зокрема науковими ліцеями. Ці заходи можуть включати доповіді від експертів з відкритої науки, практичні вправи та роботу в групах.

Мережі професійного спілкування. Вчителі можуть приєднатися до мереж професійного спілкування, таких як ResearchGate, Facebook та LinkedIn, де вони можуть спілкуватися з іншими вчителями та дослідниками з питань відкритої науки. Ці мережі можуть бути корисними для обміну ідеями та знаннями з галузі знань в якій працює та викладає вчитель.

Інноваційна діяльність. Вчителі можуть інтегрувати концепції та інструменти відкритої науки у свої навчальні програми та дидактичні матеріали. Це може включати використання відкритих джерел даних, наукових публікацій, відкритого програмного забезпечення та відкритих освітніх ресурсів.

Стажування. Вчителі можуть взяти участь у стажуваннях в наукових установах або університетах, де вони можуть працювати з досвідченими дослідниками та навчатися використовувати інструменти відкритої науки.

Індивідуальний розвиток. Вчителі можуть також створювати свої власні проекти з використанням відкритих даних.

Робота в команді. Вчителі можуть створювати команди з іншими вчителями або дослідниками, щоб працювати над проектами з використанням відкритих даних та інструментів відкритої науки. Робота в команді може дати вчителям можливість поділитися своїм досвідом, взаємодіяти з іншими експертами та створювати більш складні та цікаві проекти.

Участь у конференціях та зустрічах. Вчителі можуть взяти участь у конференціях та зустрічах з відкритої науки, які проводяться по всьому світу. Це може дати вчителям можливість поспілкуватися з експертами з відкритої науки, дізнатися про останні тренди, ресурси та ініціативи в цій галузі, а також поділитися своїм досвідом з іншими учасниками.

Виокремимо *методи навчання* вчителів з використанням середовищ відкритої наук (рис. 8.11).

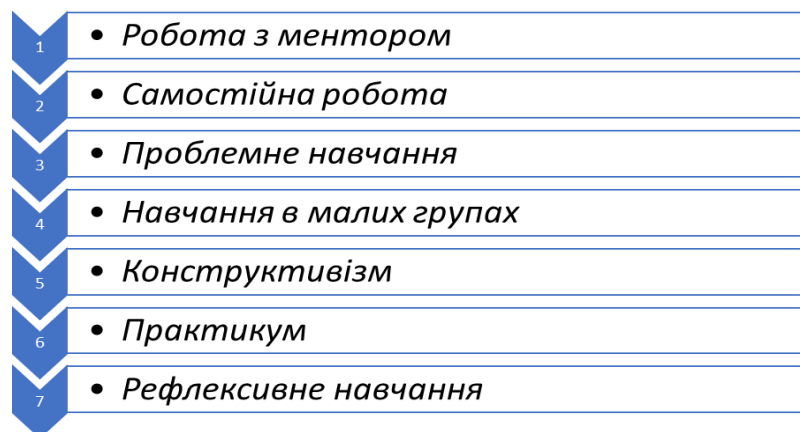


Рис. 8.11. Методи навчання вчителів з питань відкритої науки

Робота з ментором може допомогти вчителю зрозуміти, як використовувати середовища відкритої науки у своїй роботі. Ментор може надати вчителю консультації та допомогти з вибором інструментів та ресурсів для використання. Ментором може бути викладач закладу вищої освіти або наукової установи, компетентний у питаннях відкритої науки.

Самостійна робота. Вчителі можуть самостійно вивчати інструменти та ресурси відкритої науки шляхом використання онлайн-ресурсів та цифрового контенту. Важливо зрозуміти, що самостійне навчання може зайняти більше часу на їх опанування.

Проблемне навчання. Цей метод навчання полягає у вирішенні реальних проблем, що може бути корисним для вчителів, які навчаються використовувати Open Science. Вони можуть використовувати відкриті наукові дані та ресурси, свої знання та навички, щоб вирішити окреслену проблему.

Навчання в малих групах. Цей метод полягає у співпраці вчителів у групах для вивчення та розвитку знань та навичок. Вчителі можуть ділитися досвідом, порівнювати результати та розв'язувати проблеми разом.

Конструктивізм. Цей метод навчання базується на тому, що вчителі здобувають знання через свій власний досвід, комунікацію з іншими вчителями та у процесі взаємодії з представниками світової наукової спільноти.

Практикум. Вчителям можна надати можливість практично апробувати відкриті наукові ресурси та інструменти, щоб навчитися їх використовувати в реальному житті. Наприклад, вчителям можна запропонувати взяти участь в навчальному проєкті з використанням відкритих даних та ресурсів.

Рефлексивне навчання. Цей метод навчання полягає в тому, щоб вчителі були свідомими своїх власних дій та рішень у використанні відкритих наукових ресурсів. Вчителям слід регулярно рефлексувати про свої дії, вивчати результати своєї роботи та постійно вдосконалюватися.

Бажано використовувати *підходи*, які можуть бути ефективними у процесі навчання вчителів використанню середовищ відкритої науки (рис. 8.12).

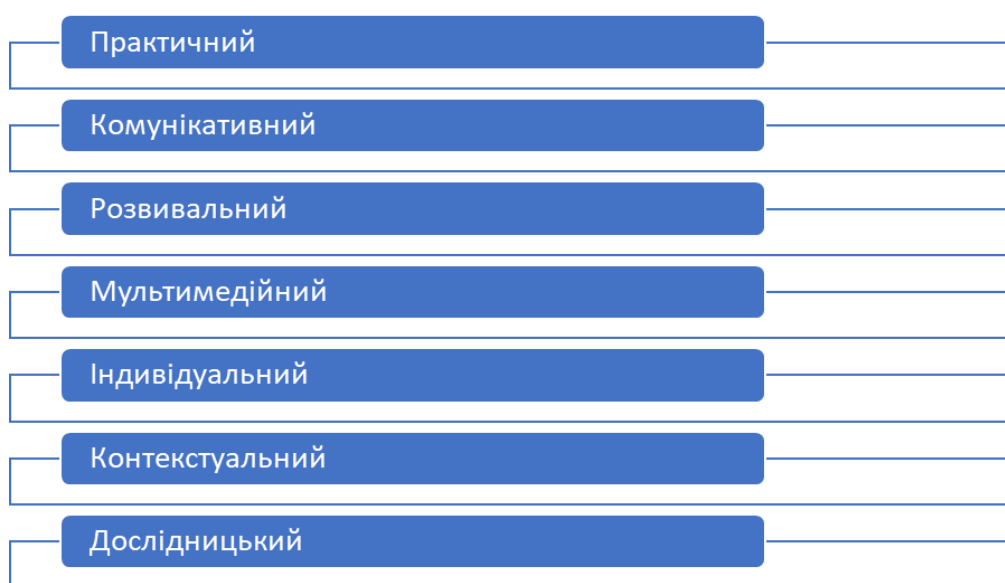


Рис. 8.12. Підходи до навчання вчителів щодо використання середовищ відкритої науки

Практичний підхід. Навчання повинно бути побудоване на практичних завданнях та вправах, які дозволяють вчителям практично використовувати відкриті наукові ресурси. Наприклад, вчителі можуть вивчати, як використовувати бази даних, розробляти веб-сайти та використовувати онлайн інструменти для аналізу даних.

Комунікативний підхід. Вчителі можуть навчатися від інших вчителів та науковців, які вже використовують середовища відкритої науки. Колеги можуть ділитися досвідом та знаннями з використання відкритих наукових ресурсів, що дозволить вчителям вивчати нові ідеї та методи.

Розвивальний підхід. Цей підхід полягає в тому, щоб дозволити вчителям розвивати свої знання та навички використання середовищ відкритої науки відповідно до їх потреб та інтересів. Вчителям слід дати можливість вивчати питання, які їх цікавлять та які відповідають їхнім потребам.

Мультимедійний підхід. Цей підхід використовує різноманітні мультимедійні засоби та інтерактивні технології для навчання вчителів

використанню середовищ відкритої науки. Наприклад, вчителі можуть використовувати відео-уроки, онлайн-курси та вебінари для вивчення нових ідей та методів.

Індивідуальний підхід. Індивідуальний підхід орієнтується на потреби та можливості конкретного вчителя, забезпечуючи навчання на основі його особистих потреб та інтересів. Цей підхід передбачає розвиток індивідуальних навичок та знань кожного вчителя в окремо взятій сфері відкритої науки. Вчителі можуть працювати з наставниками, щоб отримати індивідуальну підтримку та поради щодо використання відкритих наукових ресурсів.

Контекстуальний підхід. Цей підхід включає в себе навчання вчителів, як використовувати відкриті наукові ресурси в контексті їхньої власного навчального предмету. Вчителі можуть вивчати, як використовувати відкриті дані та ресурси в своїй освітній практиці для досягнення цілей навчання та розвитку учнів, зокрема щоб підвищити свою ефективність навчання.

Дослідницький підхід. Цей підхід дозволяє вчителям самостійно досліджувати та використовувати відкриті наукові ресурси, щоб вдосконалити свої методи та практики. Вчителі можуть брати участь у проектах відкритої науки, співпрацювати з науковими групами та використовувати відкриті дані для проведення своїх досліджень.

Враховуючи зазначені підходи та застосовуючи окреслені форми й методи навчання вчителям можна дати можливість навчитися використовувати відкриті наукові ресурси та інструменти в ефективний спосіб.

IV. Приклади використовувати середовища відкритої науки вчителями фізики та математики

Середовище відкритої науки може бути корисним як для вчителів математики, так і для *вчителів фізики*, оскільки воно надає доступ до великої кількості наукових даних, досліджень та інформації про нові досягнення у певній галузі наук. Це дозволяє вчителям бути в курсі останніх тенденцій у науці, а також надає можливість залучати учнів до активного вивчення науки та проведення досліджень.

Виокремимо основні напрями використання середовища відкритої науки вчителями природничо-математичних предметів (рис. 8.13).



Рис. 8.13. Напрями використання середовища відкритої науки вчителями природничо-математичних предметів

Ось декілька прикладів використання середовища відкритої науки вчителями фізики.

Використання відкритих даних для досліджень. Вчитель фізики може використовувати відкриті дані, наприклад зі спостережень сонячної активності, для дослідження фізичних явищ та проведення експериментів. Такі дані можна використовувати для вивчення астрономії, питань радіації та інших тем навчання.

Використання відкритих програмних засобів для моделювання. Вчитель може використовувати відкриті програмні засоби, такі як PhET Interactive Simulations для дослідження процесів та явищ природи або LTspice для моделювання фізичних систем, наприклад електричного кола або електромагнітних полів; Tracker для використання відеозаписів з метою аналізу рухів та дослідження законів фізики; Open Source Physics для використання набору інструментів та матеріалів, що включає в себе симуляції, програмне забезпечення для моделювання фізичних явищ, відкриті підручники та інші ресурси. Засоби відкритої науки, візуальні симуляції та інтерактивні дослідження можуть допомогти учням зрозуміти фізичні явища та закони.

Використання відкритих джерел для пошуку та розроблення матеріалів. Вчитель може використовувати відкриті джерела для пошуку матеріалів для своїх уроків, таких як ілюстрації, діаграми, відео та ін. Також, вчитель може використовувати відкриті джерела для розробки власних матеріалів.

Використання відкритих онлайн-курсів. Вчитель може використовувати відкриті онлайн-курси для самонавчання та підвищення своїх знань та навичок у фізиці. Наприклад, він може вивчати нові фізичні теорії та методи дослідження, які він потім може використовувати на своїх уроках.

Середовище відкритої науки може допомогти вчителям залучати учнів до процесу наукових досліджень та дозволяє їм самостійно досліджувати фізичні явища та закономірності.

Використання середовища відкритої науки може бути доречним та корисним для *вчителів математики*, оскільки воно дозволяє отримати доступ до великої кількості статистичних даних, формул, теорем, довідкової інформації та інших ресурсів, що можуть допомогти вчителям у підготовці та проведенні уроків.

Крім того, середовище відкритої науки може допомогти вчителям математики залучати учнів до процесу наукових досліджень та розвитку математичних навичок та формування дослідницьких компетентностей. Таке середовище також може бути корисним для учнів, які працюють над реалізацією проєктів, зокрема для участі в конкурсі Малої академії наук та мають інтереси у певних галузях математики. У середовищі створюються умови для здійснення самостійного дослідження певних математичних проблем та тем.

Таким чином, використання середовища відкритої науки може допомогти вчителям математики забезпечити більш ефективне та цікаве вивчення математики учнями, а також підвищити їхні математичні здібності та зробити навчальний процес більш інтерактивним та зручним для учнів. Існує багато способів, які вчитель математики може використовувати середовища відкритої науки, розглянемо їх.

Використання відкритих математичних даних для навчання учнів. Вчитель математики може використовувати відкриті дані про економіку, демографію, природничі науки тощо для того, щоб показати учням, як математика використовується у реальному світі.

Використання відкритих джерел для пошуку та розробки матеріалів: Вчитель може використовувати відкриті джерела для пошуку матеріалів для своїх уроків, таких як завдання, презентації, тести тощо. Також, вчитель може використовувати відкриті джерела для розробки власних матеріалів.

Використання відкритих програмних засобів для викладання математики. Вчитель може використовувати відкриті програмні засоби, такі як GeoGebra для створювати графіки, діаграми та інтерактивні симуляції; SageMath для здійснення математичних обчислень, яке містить велику бібліотеку математичних функцій та інструментів; Maxima може бути корисним для викладання алгебри, тригонометрії та інших математичних дисциплін. Вони можуть бути корисним для розроблення та виконання складних математичних обчислень та моделювання. Ці засоби можуть допомогти учням зрозуміти складні математичні концепції шляхом візуалізації та інтерактивного взаємодії з матеріалами.

Використання відкритих онлайн-курсів. Вчитель може використовувати відкриті онлайн-курси для самонавчання та підвищення своїх знань та навичок у математиці. Наприклад, він може опанувати новими математичними методами та інструменти, які він може використовувати на своїх уроках.

Деталізуємо окреслену методику для застосування середовища відкритої науки на уроках геометрії.

Використання відкритих даних для дослідження геометричних форм. Вчитель може використовувати відкриті дані, такі як геодезичні дані або картографічні дані, для дослідження геометричних форм та їх взаємодії. Наприклад, він може запропонувати учням вивчати зміну форми Землі на основі геодезичних даних або досліджувати форму географічних об'єктів, таких як озера та гірські хребти, на основі картографічних даних.

Використання відкритих програмних засобів для проведення бінарних уроків (геометрія та інформатика). Вчителі можуть використовувати відкриті програмні засоби, такі як Scratch або Python, для викладання програмування на уроках геометрії. Наприклад, можна створювати програми для моделювання геометричних об'єктів та їх взаємодії, такі як моделі побудови геометричних тіл або руху тіл у просторі.

Використання відкритих джерел для дослідження історії геометрії. Вчитель може використовувати відкриті джерела, такі як архіви та електронні бібліотеки, для дослідження історії геометрії та її розвитку. Наприклад, він може запропонувати досліджувати історію побудови геометричних тіл або вивчати розвиток теорії тригонометрії.

Використання відкритих джерел для дослідження застосування геометрії в різних галузях. Вчитель може використовувати відкриті джерела, такі як відкриті бази даних та електронні ресурси, для дослідження застосування

геометрії в різних галузях, таких як архітектура, інженерія, географія та інші. Наприклад, він може запропонувати учням досліджувати геометричні принципи, які використовуються в архітектурі, для побудови будівель, та вивчати геометричні принципи, які застосовуються в інженерії, для розробки машин та механізмів.

Використання відкритих програмних засобів для моделювання геометричних об'єктів.: Вчитель може використовувати відкриті програмні засоби, такі як GeoGebra або SketchUp, для моделювання геометричних об'єктів на уроках геометрії. Наприклад, він може запропонувати учням створювати тривимірні моделі геометричних тіл або моделі взаємодії між геометричними об'єктами.

Використання відкритих джерел для вивчення геометрії в різних культурах. Вчитель може використовувати відкриті джерела, такі як етнографічні дослідження та електронні архіви, для вивчення геометрії в різних культурах. Наприклад, він може запропонувати учням досліджувати геометрію у мистецтві та архітектурі різних культур, щоб допомогти їм краще зрозуміти значення та використання геометрії в різних аспектах життя.

Ці приклади демонструють, що вчителі, які володіють навичками ефективного використання середовищ відкритої науки, можуть досягати кращих результатів у навчанні учнів. Крім того, вони можуть допомогти учням краще зрозуміти значення науки для суспільства та показати, як вона пов'язана з реальним життям. Відповідно, використання середовищ відкритої науки може стати важливим інструментом для підвищення якості навчання та формування наукової грамотності та дослідницьких компетентностей учнів.

Отже, освіта стає все більш важливою для розвитку суспільства, **тому** вчителі мають велику відповідальність у формуванні наукової грамотності своїх учнів та студентів. Використання середовищ відкритої науки може бути цінним інструментом для досягнення цієї мети. Зокрема, якщо вчителі використовують такі ресурси та середовища, вони можуть забезпечити доступ своїм учням до актуальної наукової інформації та матеріалів, що допоможе учням краще зрозуміти значення науки для суспільства та зацікавити їх у вивченні наукових предметів. Крім того, вчителі можуть використовувати середовища відкритої науки для створення своїх власних дидактичних матеріалів, які були б пристосовані до потреб та інтересів їхніх учнів.

Одним із важливих аспектів, де вчителі можуть досягати кращих результатів завдяки використанню середовищ відкритої науки, є підвищення мотивації учнів до вивчення науки та збільшення їх інтересу до навчання. Використання різних наукових ресурсів та інтерактивних інструментів, доступних у середовищах відкритої науки, дозволяє показати учням, як наука пов'язана з реальним життям, та допомагає учням бачити, як їхні знання можуть мати практичне застосування. Крім того, вчителі можуть створювати інтерактивні та інноваційні уроки, що позитивно впливатиме на якість навчання та сприяти кращому засвоєнню матеріалу учнями.

Середовища відкритої науки можуть бути дієвим інструментом для формування в учнів сучасних поглядів на оточуючий світ, створення більш збалансованого та актуального освітнього середовища, яке забезпечує доступ до різноманітних наукових ресурсів та інформації, дозволяє учням досліджувати світ на основі сучасних наукових даних та розробок, розвивати критичне мислення та мотивацію до навчання, забезпечує змогу зрозуміти, як відбувається науковий пошук та розвиток науки.

Запропонована методика може стати дієвим інструментом впровадження підходів відкритої науки в освітню практику вчителів нової української школи. Комбінація різних форм навчання може дати вчителям широкий огляд можливостей відкритої науки та допомогти їм зрозуміти, як використовувати ці принципи у своїй роботі, а комбінування різних підходів може бути найефективнішим способом навчання вчителів використанню середовищ відкритої науки, оскільки це дозволяє врахувати різні потреби та стилі навчання [47]. Зазначимо, що комбінуючи різні методи навчання, вчителі можуть знайти той, який підходить їм найбільше, та дозволить їм досягти успіху у використанні середовищ відкритої науки в педагогічній практиці.

8.3. Методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Європейська хмара відкритої науки (EOSC) – це середовище для розміщення та обробки даних досліджень для підтримки науки ЄС.

Метою Європейської хмари відкритої науки (EOSC) є надання європейським дослідникам, новаторам, компаніям і громадянам об'єднаного та відкритого мультидисциплінарного середовища, де вони зможуть публікувати, знаходити та повторно використовувати відкриті дані, інструменти та послуги для досліджень, інновацій та в освітніх цілях [126].

EOSC уможливорює крокові зміни між науковими спільнотами та дослідницькими інфраструктурами:

- безперешкодний доступ;
- управління FAIR (можливість пошуку, доступність, взаємодію та повторне використання);
- надійне повторне використання дослідницьких даних та всіх інших цифрових об'єктів, створених протягом життєвого циклу дослідження (наприклад, методи, програмне забезпечення та публікації).

Кінцевою метою EOSC є розробка мережі даних і послуг FAIR для науки в Європі, на основі якої можна створити широкий спектр додаткових послуг. Вони варіюються від візуалізації та аналітики до довгострокового збереження інформації або моніторингу впровадження практик відкритої науки. Такі потужні інструменти, які використовуються переважною більшістю науковою спільнотою можна вдало використовувати в усіх ланках освіти. При цьому, в

школах це буде використання сервісів відкритої науки в першу чергу під час вивчення профільних предметів, в процесі виконання лабораторних робіт чи при підготовці учнівських робіт для участі в конкурсах МАН.

В першу чергу вимагає трактування термін "відкрита наука", адже використання сервісів відкритої науки без розуміння поняття може викликати певні труднощі. Відкрита наука – це дуже широкий термін, який стосується багатьох різних концепцій, починаючи від філософії науки і культурних норм до реальних конкретних практик. Наведемо окремі приклади відкритої науки:

- обмін даними та аналітичними файлами для покращення відтворюваності досліджень;
- чітке обґрунтування порогів статистичної значущості, щоб забезпечити більш надійну інтерпретацію результатів досліджень;
- попередня реєстрація досліджень та аналітичних планів;
- залучення до відтворюваних досліджень для оцінки узагальненості наукових висновків;
- відміна оплати для розширення доступу до наукового контенту;
- зміна систем стимулювання, щоб дослідники отримували фінансове стимулювання за поширення відкритого наукового середовища [108].

Структура методики методики використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Цільовий компонент. Мета: підвищення рівня і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Цільова група: вчителі закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО).

Змістовий компонент. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя. European Open Science Cloud та її компоненти. Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки. Міжнародні проекти.

Технологічний компонент. Методи навчання: спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний; виконання практичних завдань.

Форми навчання: тренінги, навчальні курси, дистанційні навчальні курси, семінари, вебінари, майстер-класи, індивідуальні консультації, лекція (традиційна, проблемна) із застосуванням хмарних сервісів та систем відкритої науки.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (сервіси та ресурси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom, Google Meet).

Результативний компонент: підвищення професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки та їх інструментарію, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Мінімальні вимоги до апаратно-програмного забезпечення на пристрої користувача: наявність браузера та підключення до мережі Інтернет (дротове чи Wi-Fi).

Орієнтовний план тренінгових занять.

Тема 1. Реєстрація в EOSC та створення проекту (4 год.).

Тема 2. Добір та додавання окремих хмарних сервісів/ресурсів (4 год.).

Тема 3. Використання загальногалузевих хмарних сервісів/ресурсів (2 год.).

Тема 4. Використання спеціалізованих хмарних сервісів/ресурсів (2 год.).

Всього: 12 год.

Для того, щоб почати використовувати інструментарій EOSC треба зареєструватись на порталі: <https://eosc-portal.eu/>. Для того, щоб розпочати реєстрацію слід перейти за посиланням "Login", що розташоване у верхньому правому кутку на головній сторінці. Сторінка реєстрації "Choose your academic/social account" пропонує виконати вхід з використанням існуючих акаунтів: ARIA, DARIAH, eduTEAMS, EGI, B2ACCESS, Google, IGTF, OpenAIRE, ORCID чи можна виконати пошук за запропонованими сервісами, що включені до EOSC [67].

Як один з найпоширеніших акаунтів пропонуємо обрати кнопку "Google". При цьому не потрібно буде заповнювати додаткові поля чи вносити свої персональні дані. EOSC автоматично включить все що потрібно до нового профілю. Для цього достатньо погодитись на сторінці "Grant Access to EOSC Portal Home" з наданням доступу до даних акаунту Google натиснувши кнопку "Yes" (буде надано дозвіл на: перегляд основної інформації свого профілю та адреси електронної пошти). Після входу буде виконано перехід на головну сторінку. Для того, щоб розпочати роботу з порталом EOSC треба перейти до вкладки "Browse Marketplace" (під час переходу будуть з'являтися окремі сторінки із запитом на одержання доступу до додаткової інформації з акаунту Google, для коректної роботи, краще натиснути кнопку "Yes"). Основні категорії сторінки "Browse EOSC Marketplace Resources" показані на рис. 8.14.



Рис. 8.14. Основна класифікація сервісів EOSC

Зліва на сторінці можна обрати один із запропонованих фільтрів: Research step, Horizontal service, Type of product, Access right, Scientific discipline чи Language. Справа в тому, що інструментарій розміщений на порталі EOSC досить різноманітний, перелік значний. Тому для використання в навчальному процесі краще обрати певні фільтри, щоб швидше обрати потрібні сервіси. В першу чергу слід звернути увагу на фільтр "Scientific discipline", щоб відшукати сервіси, що можуть бути використані для окремих навчальних предметів (дисциплін). Приємним є те, що з'явилась українська мова для фільтру "Language". Для прикладу відфільтруємо список наявних сервісів за фільтром "Scientific discipline", обравши пункт "0101 mathematics" (рис. 8.15).

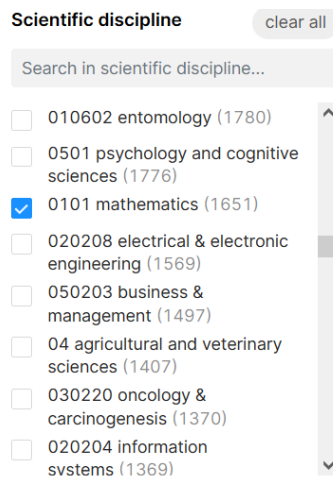


Рис. 8.15. Використання фільтру "Scientific discipline"

При цьому слід звернути увагу, що в дужках навпроти обраної категорії вказується кількість сервісів, які до неї віднесено. В даному випадку вказано – 1651 сервіс (рис. 8.15). При цьому, на сторінці автоматично відбувається фільтрація списку наявних сервісів. Виберемо один із запропонованих сервісів (рис. 8.16). Перед нами наведено коротку довідку (облікову картку) та інформацію про "ON CONTINUOUS FUNCTIONS": відкритий доступ, дата розміщення, тип: публікація, кількість переглядів та завантажень, автор та DOI.

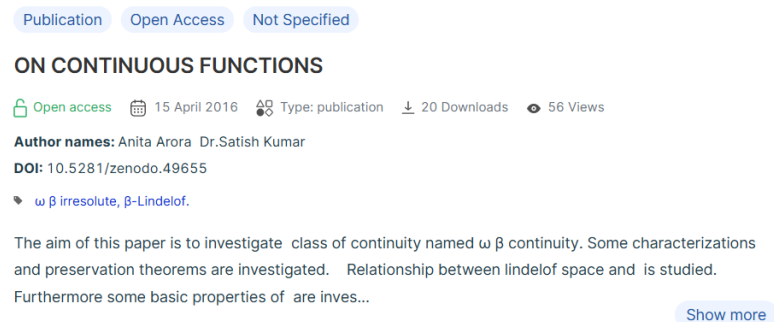


Рис. 8.16. Коротка інформація про "ON CONTINUOUS FUNCTIONS"

Натиснувши назву обраної публікації відкриється сторінка на якій подано більш розширену інформацію та наявна можливість завантаження статті (лінк на DOI). Перейшовши за DOI відкриється повнотекстова стаття яка індексується в OpenAIRE. OpenAIRE є частиною Європейської хмари відкритої науки. Таким чином можна виконувати добір необхідних сервісів та ресурсів, що будуть корисними в навчальному процесі.

Слід зауважити, що обираючи українську мову серед фільтрів переважною більшістю показані публікації (12606). В фільтрі "Type of product" україномовних (рис. 8.17): dataset – 23, software – 3, data source – 1, other – 60.

Type of product clear all

- ☐ publication (12606)
- ☐ other (60)
- ☐ dataset (23)
- ☐ software (3)
- ☐ data source (1)
- ☐ service (0)
- ☐ training (0)

Рис. 8.17. Фільтр "Type of product" з вибором української мови

27 квітня 2023 року було проведено I Науково-практичну конференцію з міжнародною участю «Відкрита наука в умовах інтеграції освіти України до європейського дослідницького простору» (OS-UA-ERA-2023). В рамках даної конференції було заплановано проведення майстер-класу «Організація навчання засобами European Open Science Cloud» (авторка і модератор – *Майя Володимирівна Мар'єнко*), що був присвячений оволодінню теоретичними знаннями та практичними навичками роботи з хмарними сервісами відкритої науки [21].

Розмова з учасниками розпочалася з презентації головної сторінки порталу Європейської хмари відкритої науки (англ. European Open Science Cloud, EOSC), що являє собою своєрідний конгломерат хмарних сервісів відкритої науки, що розроблені в рамках досліджень європейських наукових спільнот (що фінансуються грантовими програмами чи виконані за бюджетні кошти). Доступ до сторінки порталу можна отримати за посиланням: <https://eosc-portal.eu/>.

Зареєструвавшись та перейшовши до вкладки "Browse Marketplace" на порталі учасники отримали доступ до всіх наявних хмарних сервісів та ресурсів відкритої науки (https://search.marketplace.eosc-portal.eu/search/all?q=*).

Основні категорії каталогу ресурсів (які представлені у вигляді піктограм):

- All catalogs (Всі каталоги);
- Publications (Публікації);
- Data (Дані);
- Software (Програмне забезпечення);
- Services (Сервіси);
- Data sources (Джерела даних);
- Trainings (Тренінги);
- Other (Інше).

Детально було розглянуто налаштування фільтрів, що надають змогу користувачу добирати потрібні ресурси. Одним із перших було розглянуто хмарний сервіс відкритої науки Pl@ntNet Identification Service.

Служба ідентифікації Pl@ntNet – одна з найбільших громадських наукових обсерваторій у світі, яка покладається на технології штучного інтелекту, щоб допомогти користувачам ідентифікувати рослини за допомогою їх смартфона. Основні особливості сервісу:

- класифікація видів за заданим значенням: сервіс повертає список видів, що відповідають запиту, кожен з яких пов'язаний із імовірнісними результатами моделі;
- пошук подібності: сервіс повертає найближчі зображення до запиту, який дозволяє користувачеві візуально контролювати повернуті види;
- навчальний набір: модель Pl@ntNet регулярно оновлюється новими даними;
- автоматизована заборона зображень не рослинного походження (включаючи обличчя, особисті речі тощо);
- панель використання сервісу (статистика, ключі, квоти);
- повна документація щодо використання;
- масштабованість (наразі сервісом користуються 500 тисяч користувачів на день);
- моніторинг якості ідентифікації;
- якість обслуговування: розширені інструменти моніторингу, автоматичний перезапуск.

Авторка продемонструвала як можна розпочати роботу з сервісом та надала покрокову інструкцію як створити проєкт та додати до нього Pl@ntNet Identification Service. При цьому було підкреслено, що робота можлива як за допомогою додавання сервісів до проєкту (створення власної добірки сервісів) так і безпосередньо з каталогу (перейшовши за посиланням Webpage). У другому варіанті використання сервісу, користувача буде перенаправлено на персональний сайт ресурсу.

Наступним було розглянуто хмарний сервіс Climadjust (в рамках майстер-класу було заплановано огляд лише хмарних сервісів відкритої науки, хоча до складу EOSC включено й інші види ресурсів). Climadjust – це веб-сервіс для надання реальних прогнозів зміни клімату. Це дозволяє користувачеві застосовувати методи коригування зручним способом, використовуючи спеціальні методи та еталонні набори даних. Він був профінансований Copernicus Climate Change Service.

Платформа GoTriple – це інноваційне багатомовне та мультикультурне рішення для соціальних і гуманітарних наук. Вона забезпечить єдину точку доступу, яка надасть можливість користувачам досліджувати, знаходити, отримувати доступ і повторно використовувати такі матеріали, як література, дані, проєкти та профілі дослідників у європейському масштабі. Задуманий як точка входу в EOSC, це одна зі спеціалізованих послуг OPERAS, дослідницької інфраструктури, що підтримує відкриті наукові комунікації в SSH в Європейському дослідницькому просторі. Тому даний сервіс теж було розглянуто в рамках проведеного майстер-класу.

Модератор продемонструвала як можна обрати потрібну галузь науки, щоб одержати більш детальну інформацію про кількість проведених наукових робіт за обраною тематикою.

Згідно поданого запиту формується графік виконаних наукових досліджень за обраною проблематикою в залежності від часового проміжку (кількість документів та проєктів в залежності від вказаного року).

NiMMbus (<https://www.opengis.uab.cat/nimmbus>) – сервіс для зберігання геопросторових ресурсів у хмарі MiraMon. Система реалізує стандарт Geospatial User Feedback (<https://www.opengeospatial.org/standards/guf>), створений у рамках проекту EU FP7 GeoViQua та затверджений Open Geospatial Consortium. Даний сервіс надає інструментарій з використанням якого можна надавати коментарі, оцінки, запитання, які можуть бути пов'язані з ресурсами (не лише геопросторовими) у каталозі за допомогою ідентифікатора даних/метаданих. Внесок проекту NextGEOSS H2020 полягав у розширенні початкового впровадження NiMMbus для підтримки ресурсів GUF. Система дозволяє створювати посилання на зовнішній ресурс (посилаючись на зовнішній каталог або репозиторій) і пов'язувати з ним елементи відгуку. Впровадження OGC Geospatial User Feedback (GUF) проекту H2020 NextGEOSS розроблено командою MiraMon дослідницької групи Grumets в Університеті Автонома де Барселона та CREA.

Під час проведення майстер-класу модератор демонструвала загальний каталог та картки опису кожного хмарного сервісу з яким була проведена робота. Розглянуто основні елементи інтерфейсу EOSC та ключові плашки/пиктограми на картках опису хмарних сервісів.

Європейська комісія надає фінансову підтримку для впровадження EOSC через проекти в рамках Рамкової програми ЄС з досліджень та інновацій (Horizon 2020). Сторінка EOSC Projects (<https://eosc-portal.eu/about/eosc-projects>) містить усі проекти, що фінансуються програмою досліджень та інновацій Horizon 2020 Європейського Союзу та сприяють створенню Європейської хмари відкритої науки. Тому окремо було продемонстровано дану сторінку і показано як через сторінки проєктів можна отримати доступ до розроблених хмарних сервісів.

У прикінцевому опитуванні учасники майстер-класу подякували за інформацію, за набуті практичні навички та за ініціативу організаторів. Висловили зацікавленість у подібних практичних заходах і потребу в збільшенні часу для проведення майстер-класу за даною тематикою. Учасники зауважили, що виклад матеріалу був доступний, корисний та практико-орієнтований. Слухачі були налаштовані на подальше, більш широке опанування інструментарію European Open Science Cloud [57].

Отже, методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів має наступну структуру: цільовий компонент, змістовий, технологічний та результативний компонент. При цьому змістовий компонент побудований таким чином, щоб ознайомити слухачів підвищення кваліфікації з основною структурою EOSC, загальними принципами роботи на порталі та категоріями сервісів. Реєстрація на порталі EOSC є дещо спрощеною та наявна можливість авторизації через акаунти інших сервісів та систем. Останнє оновлення EOSC відбулося 21.04.2023 р. та зміни пов'язані переважною більшістю зі спрощеним доступом до ресурсів та сервісів. Тепер кожен користувач може використовувати одразу після реєстрації всі наявні сервіси (без процедури створення власного проєкту, як було в попередній версії). Дана методика була апробована під час проведення семінарів, майстер-класів та тренінгів. Наведений фрагмент майстер-класу та фідбек від учасників дає

підстави стверджувати, що в подальшій професійній діяльності освітяни планують використовувати інструментарій EOSC.

8.4. Методика використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Для ефективного використання педагогами засобів і сервісів пошуку наукових даних, а також представлення результатів власних наукових досліджень, доцільно запровадити *методику використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів* [50].

Метою навчання є розвиток ІКТ-компетентності вчителів щодо використання електронних систем відкритого доступу.

З урахуванням аналізу наукових принципів відбору *змісту навчального матеріалу*, а також багаторічного досвіду підтримування електронних систем відкритого доступу, пропонуємо виділити такі змістові лінії:

I. Теоретичні аспекти використання електронних систем відкритого доступу у процесі науково-інформаційного обміну:

1. Поняття, види, моделі і засоби наукової комунікації. Формальна і неформальна наукова комунікація вчителя у процесі наукового дослідження.

2. Етичні аспекти проведення наукових досліджень і збору емпіричних даних. Етичні аспекти представлення результатів наукових досліджень.

3. Класифікація наукових джерел. Алгоритм написання наукових статей за IMRaD-структурою. Особливості написання наукової статті англійською мовою. Підготовка статті до друку.

4. Поняття відкритого доступу: “зелений” та “золотий” стандарти. Берлінська декларація про відкритий доступ до наукових та гуманітарних знань, Будапештська ініціатива “Відкритий доступ”. 10 шляхів забезпечення ВД до наукового контенту. Переваги публікації у виданнях з відкритим доступом та депонування у відкритих репозитаріях.

5. Пошук якісного наукового контенту в наукових електронних бібліотеках, фахових виданнях, матеріалах електронних наукових конференцій, реферативних і наукометричних базах даних, онлайн енциклопедіях, професійних соціальних мережах та ін.

6. Критерії добору оптимальних електронних наукових видань, бібліотек/архівів і конференцій для публікації та депонування наукових праць.

II. Представлення результатів наукових досліджень з використанням електронних систем відкритого доступу:

1. ІКТ підтримування процесу представлення результатів науково-педагогічних досліджень (електронні публікації, електронні бібліотеки/архіви, електронні журнали, електронні монографії, онлайн конференції, реферативні і наукометричні бази, електронні соціальні мережі, наукові форуми та блоги).

2. Наукові електронні бібліотеки, інституційні репозитарії та електронні архіви. Формати і стандарти метаданих опису наукових статей, монографій, матеріалів конференцій.

3. Електронні відкриті журнальні системи для підтримування і публікації наукових фахових видань.

4. Системи підтримки і проведення веб(відео)конференцій і семінарів.

5. Наукові електронні енциклопедії.

6. Реферативні і наукометричні бази. Індеси цитування.

7. Проблема плагіату. Види плагіату в наукових текстах. Особливості перевірки наукових робіт на унікальність за допомогою автоматизованих відкритих електронних систем.

8. Системи ідентифікування дослідників та об'єктів.

9. Вітчизняні та закордонні стандарти оформлення пристатейних списків наукових джерел. Програмний інструментарій для генерування бібліографічних описів.

10. Транслітерація. Он-лайн ресурси транслітерації української мови.

11. Професійні соціальні мережі. Електронні наукові форуми і засоби створення блогів.

Навчальні цілі можливо досягти за допомогою таких *форм* організації навчання як тренінги, семінари, вебінари, дистанційні навчальні курси, лекції, практичні заняття, індивідуальна та самостійна робота, консультування і контрольні заходи щодо оцінювання навчальних досягнень вчителів.

1. У ході *лекційних і семінарських занять* вчителі ознайомлюються з теоретичними аспектами комунікативних процесів у ході науково-дослідної роботи, інформаційно-комунікаційними технологіями їх підтримування, етикою проведення наукових досліджень, проблемою плагіату, критеріями якості наукового контенту та фахових видань, особливостями написання, опублікування, цитування та індексування наукових праць.

2. На *практичних і тренінгових заняттях* формуються вміння та вдосконалюються навички роботи вчителів з електронними системами відкритого доступу та використання відкритих інформаційно-аналітичних систем у ході проведення наукових досліджень.

3. *Самостійна робота* передбачає опрацювання вчителями рекомендованої літератури навчального та методичного характеру, ознайомлення з матеріалами запропонованих інформаційних он-лайн ресурсів та нормативними й науковими джерелами.

4. *Індивідуальна робота* передбачає виконання і захист вчителями одного комплексного практичного завдання.

5. У ході навчання проводяться індивідуальні та групові *бесіди і консультації* з учителями.

6. Контроль навчальних досягнень учителів реалізується шляхом анкетування і тестового контролю знань з тематики кожного заняття та виконання індивідуальних завдань.

У ході проведення занять рекомендовано застосувати такі *методи*:

– організації навчально-пізнавальної діяльності: пояснення, інформаційна лекція, лекція-візуалізація, розповідь, демонстрування, бесіда, дискусія,

обговорення, “мозковий штурм”, практична робота, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота з джерелами;

- стимулювання і мотивації: пояснення особистої значущості учіння, формування пізнавального інтересу, аналіз конкретних ситуацій, створення ситуації успіху в навчанні;

- контролю: тестування й анкетування, захист індивідуальних завдань, усне опитування за темою індивідуального завдання, перевірка відповідей на проблемні питання, самоконтроль.

Організацію навчального процесу рекомендовано реалізувати на засадах компетентнісного, андрагогічного, диференційованого, синергетичного, інформативного й акмеологічного *підходів*, що відповідають концепції відкритої неперервної освіти та відповідних їм *принципах* (відкритості, системності, науковості, академічної доброчесності, розвитку освітніх потреб, неперервності, варіативності, модульності, гнучкості й мобільності, технологічності, актуалізації результатів та випереджувального професійного розвитку та ін.).

Учасників навчального процесу необхідно забезпечити такими *навчально-методичними матеріалами*:

- 1) методичні рекомендації для викладачів щодо підготовки занять (плани семінарських і тренінгових занять, конспекти лекцій, набір практичних завдань різної складності), матеріали для проведення оцінювання навчальних досягнень слухачів (завдання поточного тестового контролю, зразки анкет, критеріально-рівнева характеристика ІКТ-компетентності);

- 2) методичні рекомендації для слухачів: посібник з методичними вказівками до виконання практичних завдань та роботи з електронними системами відкритого доступу, а також методичні вказівки щодо виконання самостійної й індивідуальної роботи (переліки завдань, питання для самоконтролю, плани семінарських занять, списки рекомендованих джерел); інструктивно-методичні матеріали (презентації, графічні схеми, аудіозаписи, відеоінструкції та ін.).

У навчальному процесі доцільно використати такі *технічні засоби навчання й електронні системи відкритого доступу*:

- системи підтримки наукових електронних бібліотек, інституційних репозитаріїв і електронних архівів (Eprints, Dspace), а також сайти електронних бібліотек, створених на їх базі;

- електронні відкриті журнальні системи: Open Journal Systems, DpubS) та зразки електронних журналів, створених на їх базі;

- системи підтримки і проведення веб(відео)конференцій і семінарів: Open Conference Systems, EasyChair, Skype, WhatsApp, Viber, Facebook Messenger, Zoom, Telegram, Cisco Webex, Microsoft Teams, Google Meet;

- сайти електронних енциклопедій з освітньої тематики: Britannica, Oxford Research Encyclopedia of Education, Українська електронна енциклопедія освіти та ін.;

- сайти і доступ до наукометричних та реферативних баз даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar, Open Ukrainian Citation Index, ERIH PLUS, Directory of Open Access Journals, WorldCat, Бібліометрика української науки;

- системи автоматичної перевірки наукових текстів на унікальність: Turnitin, Unicheck, StrikePlagiarism.com, Grammarly, Ouriginal (Urkund), Plag, AntiPlagiarism.NET, Viper, Plagiarism Detector Pro, AntiPlagiarism.NET, WCopyFind, Plagiarism Checker (smallSeoTools), Copyscape, DupliChecker, Plagiarisma, Plagium,, PlagTracker, SeeSources, PlagScan, Plagiarism, Detector.net, Docoloc, EduBirdie;

- системи ідентифікування дослідників та об'єктів: Digital Object Identifiers, International Standard Serials Number, ArXiv Author ID, Publons (Researcher ID), Scopus Author ID, ORCID;

- програмний інструментарій для генерування пристатейних списків наукових джерел: EndNote, Mendeley, Zotero, RefWorks, Grafiati, Citethisforme, Citation Machine, BibMe, EasyBib, Chegg, CiteFast, CiteMaker, MyBib, Citation Generator, ResearchoMatic;

- професійні соціальні мережі: Facebook, LinkedIn, ResearchGate та ін.

Прогнозований результат вбачається у підвищенні рівня ІКТ-компетентності вчителів щодо використання електронних систем відкритого доступу до достатнього або поглибленого рівня, що позитивно вплине на організацію і проведення учасниками навчального процесу наукових досліджень, а також представлення і поширення їхніх результатів в науково-інформаційному просторі [50].

За успішного опанування навчального матеріалу слухачі набудуть:

1) *знань*:

- зміст понять «наукова комунікація», «науково-інформаційний обмін», «відкритий доступ», «електронна бібліотека», «інституційний репозитарій», «електронний архів», «електронний журнал», «електронне наукове фахове видання», «веб(відео)конференція», «електронна енциклопедія», «імпакт-фактор», «індекс Гірша», «метадані», «авторське право», «плагіат», «наукометрична база даних», «реферативна база даних», «системи ідентифікування дослідників та об'єктів», «професійні соціальні мережі», «референс менеджери», «плагіат», «самоплагіат»;

- класифікація видів наукових джерел (первинні, вторинні, третинні);

- алгоритм написання наукової статті, її IMRaD-структура;

- електронні засоби формальної та неформальної наукової комунікації вченого (електронні публікації, електронні бібліотеки/архіви, електронні журнали, електронні монографії, онлайн конференції, реферативні і наукометричні бази, електронні соціальні мережі, наукові форуми та блоги);

- етика проведення педагогічних досліджень і публікації результатів наукових досліджень, можливі наслідки їх порушення і відповідальність;

- види наукового плагіату (текстовий, програмних кодів, у нетекстових джерелах) та методи його автоматичного відстеження;

- способи надання відкритого доступу науковому контенту, нормативні документи та юридичні механізми реалізації авторського права;

- вітчизняні та закордонні стандарти оформлення пристатейних списків наукових джерел (ДСТУ 8302:2015, IEEE, APA, MLA, Bibtex, Chicago, Harvard, Vancouver, Cell, ISO690, Science, ABNT, Nature та ін);
- стандарти транслітерації з української мови на латиницю (Паспортний (КМУ 2010), Науковий (традиційний) та ін.).

2) *вмінь*:

- створювати персональний профіль користувача і описувати метадані ресурсів у електронних наукових бібліотеках, виданнях, конференціях, соцмережах, реферативних і наукометричних базах даних;
- подавати рукописи до електронних наукових видань і конференцій та взаємодіяти з їхньою редакційною групою;
- архівувати опубліковані праці в електронних наукових бібліотеках, репозитаріях архівах;
- поширювати і популяризувати опубліковані праці в мережі Інтернет (індексування в реферативних і наукометричних базах даних, поширення в електронних професійних соцмережах, на наукових форумах, блогах);
- виконувати перевірку наукових робіт на наявність плагіату;
- використовувати спеціалізований програмний інструментарій для транслітерування текстів;
- застосовувати референс менеджери для генерування бібліографічних описів різних стандартів у процесі підготовки наукового контенту до публікації;
- використовувати системи ідентифікування дослідників та об'єктів;

3) *навичок*:

- пошуку та аналізу якісного наукового контенту в наукових бібліотеках, виданнях, конференціях, соцмережах, реферативних і наукометричних базах даних;
- добору оптимальних електронних засобів для публікації і поширення результатів власних наукових досліджень в міжнародному науково-інформаційному просторі;
- підготовки статті до друку (структурування, написання, форматування і перевірка);
- застосування відкритих інформаційно-аналітичних систем з метою оцінювання наукового контенту;
- дотримання етичних принципів проведення наукових досліджень, в яких задіяні люди, зокрема діти;

4) та *досвіду* використання електронних систем відкритого доступу для пошуку, представлення і поширення результатів наукових досліджень у світовому науково-інформаційному просторі.

Навчання слухачів можливо реалізувати очно на базі вітчизняних закладів вищої освіти, або ж за дистанційною/змішаною формою навчання у вигляді масового онлайн курсу, розміщеного на програмних платформах для підтримування електронного навчання ASAP, Moodle, Prometheus, Wordpress, Easygenerator [50].

Упровадження електронних систем відкритого доступу є актуальною проблемою, що активно вивчається зарубіжними й українськими вченими. Використання такого роду інструментарію дозволить зробити навчальний процес у закладах середньої освіти більш академічним і науковим, а також надасть можливості подолання академічної недоброчесності серед учнів та вчителів. Очікується, що підвищення рівня ІКТ-компетентності педагогічних кадрів не лише позитивно вплине на організацію і проведення наукових досліджень учасниками навчального процесу, а й покращить процеси оприлюднення, поширення та обміну отриманих результатів у науково-інформаційному просторі.

8.5. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів

У 2019 році в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України було започатковано експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї» [9].

Загальна мета експерименту – проектування та експериментальна перевірка хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Завдання експерименту:

- визначити основні характеристики хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- розробити та впровадити модель хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- здійснити підготовку викладачів та слухачів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї в професійній та навчальній діяльності шляхом проведення тренінгів, семінарів, консультацій та ін.;
- здійснювати організацію навчально-наукової діяльності слухачів і викладачів засобами хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- проаналізувати результати використання електронних освітніх ресурсів і сервісів у хмаро орієнтованій методичній системі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- розробити методичні рекомендації щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Терміни проведення експерименту: вересень 2019 р. – травень 2020 р.

Етапи проведення експерименту.

Перший етап дослідження (вересень 2019 р. – лютий 2020 р.):

- аналіз вітчизняної і зарубіжної теорії та практики використання сучасних інформаційно-комунікаційних, хмарних технологій у навчально-виховному процесі ЗЗСО;
- визначення основних характеристик хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- розроблення методики проведення експерименту: укладання програми науково-дослідної та експериментальної роботи, підготовка науково-теоретичного обґрунтування проблеми дослідження, налагодження системи технічної підтримки, розробка інструментарію для опитування учасників експерименту;
- формування складу учасників експерименту, добір і початкова підготовка кадрів, визначення та уточнення функціональних обов'язків педагогічних працівників в системі вирішення завдань експерименту.

Другий етап дослідження (березень 2020 р. – травень 2020 р.):

- обґрунтування й розроблення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- підготовка викладачів та слухачів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї в професійній та навчальній діяльності шляхом проведення тренінгів, семінарів, майстер-класів, консультацій та ін.;
- визначення критеріїв результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- підготовка діагностичного інструментарію для визначення результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- організація навчально-наукової діяльності слухачів і викладачів засобами хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- діагностування результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї із застосуванням розроблених критеріїв.

Задля реалізації другого етапу дослідження, авторами статті було розроблено дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», який було впроваджено в межах сертифікатної освітньої програми «Інформаційні системи та хмарні технології в освітньому процесі» (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

**Програма дистанційного курсу
«Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»**

№ з/п	Назва теми/вид роботи	Кількість годин
1.	Вступ. Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ	
	Попереднє тестування	0,5
	Лекція	2
2.	Сервіси спільної роботи над навчальними проєктами, а також спільного опрацювання даних у ході роботи над проєктом	
	Лекція	2
	Практичне заняття	2
3.	Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі	
	Лекція	2
	Зустріч онлайн	1
	Практичне заняття	2
4.	Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки	
	Лекція	2
	Практичне заняття	2
	Заключне тестування	0,5

Загальний обсяг кількості годин дистанційного курсу – 15 год (табл. 8.2). Як видно з таблиці курс охоплює чотири теми, серед яких 4 лекції та 3 практичних заняття. Також, відповідно до програми дистанційного курсу була запланована зустріч онлайн на той час, коли учасниками курсу опановувалась третя тема «Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі». Подібна зустріч була обов'язковою, оскільки дві останні теми можна вважати найскладнішими, оскільки практична робота спрямована на опанування навичок роботи з хмарними сервісами, що не локалізовані. Крім того, учасники курсу вже половину тем опанували, в них з'явилися типові питання, що вимагали відповідей, уточнень та роз'яснень.

Таблиця 8.2

**Зміст дистанційного курсу
«Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»**

№ з/п	Назва теми/вид роботи	Зміст	Кількість годин
1.	Вступ. Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ	Основні етапи наукового дослідження. Використання ІКТ на кожному етапі наукового дослідження.	2,5
2.	Сервіси спільної роботи над навчальними проєктами, а також спільного опрацювання даних у ході роботи над проєктом	Сервіси спільного опрацювання даних. Сервіси спільної роботи над навчальними проєктами. Сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної	4

		роботи.	
3.	Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі	Хмара відкритої науки та класифікація її сервісів. Додавання окремого сервісу. Створення власного проєкту.	5
4.	Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки	Спеціалізовані хмарні сервіси та їх різновиди. CoCalc, як засіб впровадження відкритої науки. Основи роботи з хмарним сервісом CoCalc	4,5

Завдання дистанційного курсу:

- ознайомлення з основними етапами наукового дослідження;
- вивчення ІКТ для подальшої організації кожного етапу наукового дослідження;
- ознайомлення з сервісами спільного опрацювання даних та сервісами спільної роботи над навчальними проєктами;
- розвиток умінь використовувати сервіси відеоконференцій задля організації спільної роботи;
- вивчення структури хмари відкритої науки та класифікації її сервісів;
- опанування навичок роботи зі спеціалізованими хмарними сервісами, як інструментами відкритої науки.

Курс проходив протягом п'яти робочих днів – з 18 травня 2020 року по 22 травня 2020 року. Необхідною основою для даного курсу було опанування попереднього курсу «Хмарні технології у дистанційному навчанні в умовах карантину» (що проходив з 30.03.2020 р. по 17.04.2020 р.) [165].

У результаті вивчення даного дистанційного курсу учасник повинен:

знати:

- означення понять: сервіс, система, хмарний сервіс, відкрита наука;
- основні переваги використання хмарних сервісів;
- основні етапи наукового дослідження;
- спеціалізовані хмарні сервіси (як засіб впровадження відкритої науки) та їх різновиди;
- сервіси спільного опрацювання даних;
- сервіси спільної роботи над навчальними проєктами;
- сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи;
- структуру хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів;
- етапи створення проєкту в хмарі відкритої науки та додавання окремих сервісів.

уміти:

- аналізувати, оцінювати та обирати ІКТ для кожного етапу наукового дослідження;
- використовувати сервіси відкритого доступу до наукових матеріалів;
- виконувати пошук наукових публікацій всіх форматів і дисциплін;
- володіти основами роботи зі спеціалізованим хмарним сервісом;
- застосовувати сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи;

– розробляти власний проєкт з використанням інструментарію хмари відкритої науки;

– додавати окремі сервіси до проєкту хмари відкритої науки.

Усього зареєстрованих учасників курсу було 921, однак підключились до курсу та розпочали роботу 774. Ще менша кількість учасників успішно завершили курс – лише 643. Оскільки на початку всього зареєстрованих учасників дистанційного курсу було 921 чол., тому задля зручності їх було розподілено на чотири групи по 230 чол. (перша група 231 чол.). За результатами заповнення заявки для проходження курсів було складено список усіх учасників (за алфавітом). У кожній групі даний список разом з електронними адресами було оприлюднено для виконання завдання на відпрацювання навичок колективної та групової роботи. Дистанційний курс розроблено на базі Google Classroom (на момент проведення курсу використання сервісу було безкоштовним). Більша частина учасників по завершенню курсу «Хмарні технології у дистанційному навчанні в умовах карантину» була знайома з даним сервісом (85%) [8]. Проте, в окремому розділі курсу (Організаційні питання) було розміщено інструкцію для користувача Google Classroom.

Вважалось, що учасники, які успішно завершили курс, це ті, що виконали усі практичні завдання. Кожне завдання оцінювалось наступним чином: 1 б. – зараховано, 0 б. – не зараховано. При цьому кожне практичне заняття було обмежене в часі (на його виконання було розраховано час до кінця доби). Лекція та практичне заняття були доступні кожному учаснику курсу кожен день о 9:00 ранку. Тому термін на їх виконання було розраховано – 15 годин. Цей термін включав як індивідуальні так і групові консультації, можливі технічні проблеми та індивідуальний темп виконання кожного слухача курсу.

За весь період проведення курсів було залучено: наукових співробітників – 1, учнів та студентів – 2, управлінців інших закладів – 3, працівники управлінь освіти – 7, вихователів дошкільних закладів освіти – 10, інших працівників у школі – 29, викладачів закладів вищої освіти – 58, управлінців закладів освіти – 66, викладачів коледжів та професійно-технічних закладів – 72, вчителів закладів загальної середньої освіти – 395 (рис. 8.18).

В ході проведення дистанційного курсу було виявлено окремі труднощі в роботі:

– на етапі реєстрації учасники заповнювали заявку на проходження курсу з помилками, що надалі ускладнювало виконання окремих практичних завдань (де потрібно було відпрацювання навичок колективної роботи);

– окремі хмарні сервіси не були розраховані на одночасну роботу такої кількості користувачів (за досить короткий період часу), тому були певні технічні проблеми, що в подальшому вирішувались листуванням з розробниками сервісів;

– не локалізовані хмарні сервіси викликали найбільше труднощів в учасників курсу;

– через технічні проблеми окремі учасники курсу не могли фізично вчасно здати окремі практичні завдання (в якості винятку вони доопрацьовували матеріал пізніше терміну відведеного на ту чи іншу тему).

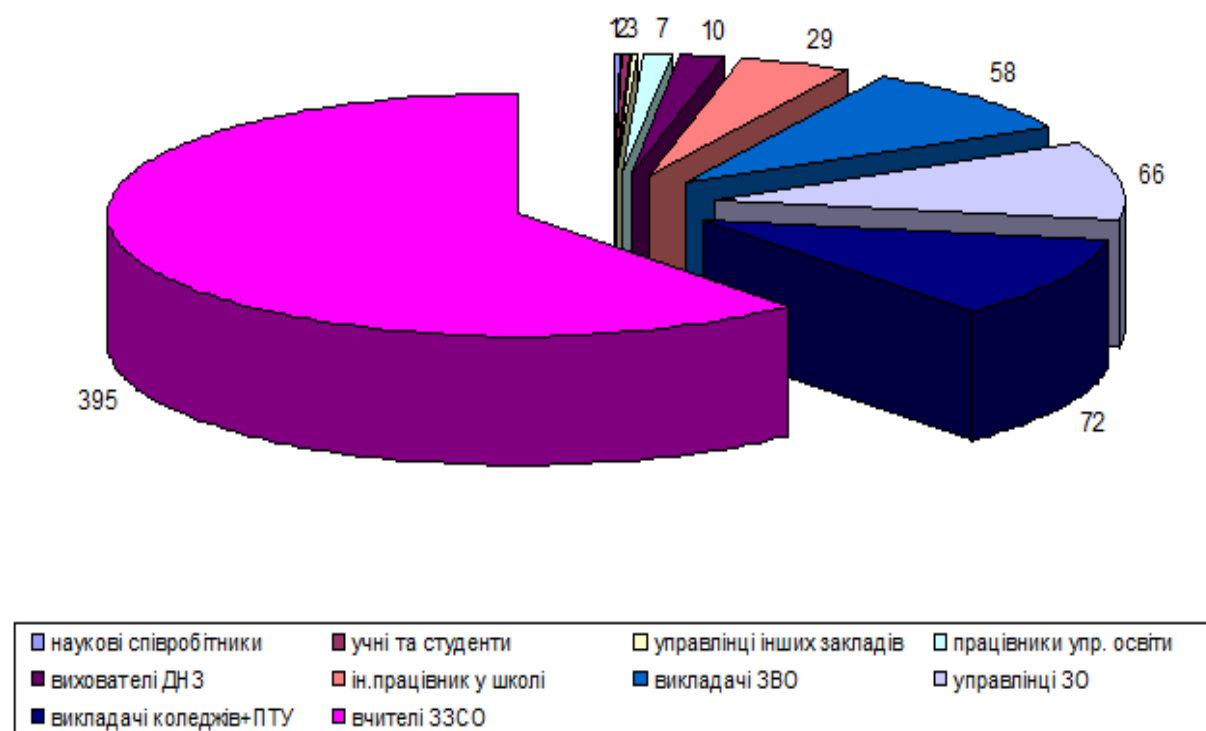


Рис. 8.18. Розподіл учасників курсу

По завершенню курсу учасники пройшли опитування. Аналізуючи одержані результати, можна стверджувати, що дізнавшись про нові хмарні сервіси респонденти в подальшому планують ними користуватись (рис. 8.19). При цьому, до початку курсів респонденти в більшості випадків для пошуку літератури користувались Google пошуком (815 респондентів, що склало 98,9%). Особливу увагу слухачів курсу привернули сервіси відкритого доступу матеріалів (46,1% та 67,3% респондентів). Окрім цього слухачі курсу не просто ознайомились зі спеціалізованими хмарними сервісами, але й можуть точно вказати які типи уроків найбільше потребують у підтримці того чи іншого хмарного сервісу (рис. 8.20). Так, на думку респондентів, найкращими для використання спеціалізованих хмарних сервісів будуть уроки: застосування знань, умінь і навичок (69%) та узагальнення та систематизації знань (69,6%). При цьому, до початку курсів більшість респондентів взагалі не використовували спеціалізовані хмарні сервіси (1,8% з усіх опитаних користувались хмарними системами комп'ютерної математики (СКМ)).

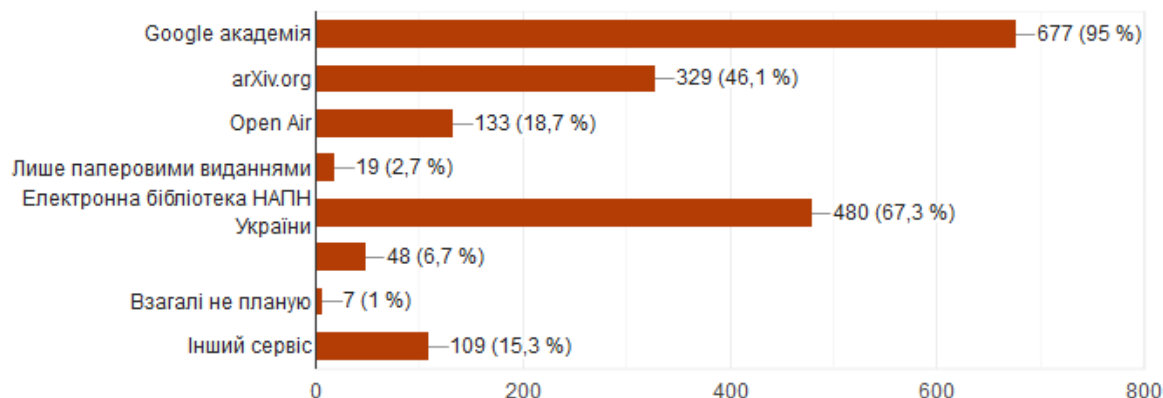


Рис. 8.19. Використання слухачами курсу сервісів для подальших пошуків наукової літератури

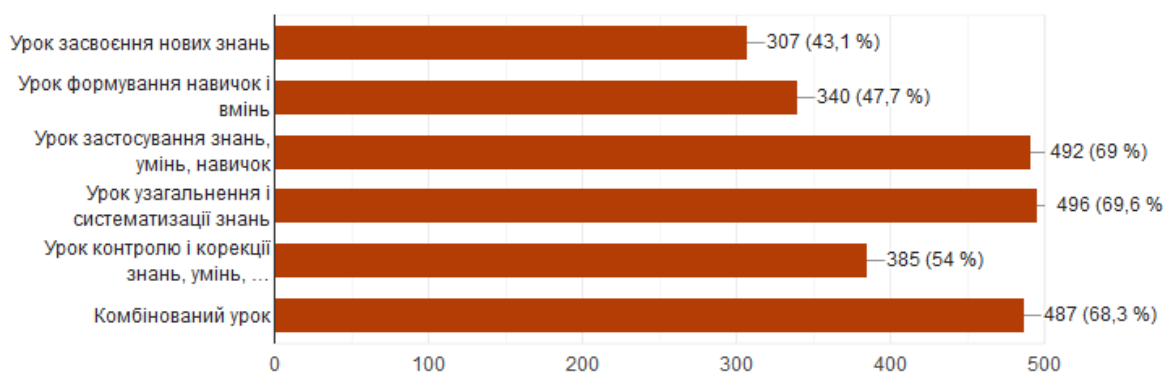


Рис. 8.20. Використання спеціалізованих хмарних сервісів в залежності від типу уроку

Компетентності відкритої науки – це здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення здійснювати професійну діяльність на різних рівнях науково-дослідної системи у відповідності до принципів відкритої науки.

Складники компетентностей відкритої науки можна згрупувати у чотири основні категорії [56]:

- навички та досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;
- навички та досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження;
- навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею;
- навички та досвід, що впливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

З метою з'ясування стану сформованості компетентностей відкритої науки та оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, виконувалися констатувальні зрізи наступних складників: 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.

Високий – в педагогічній діяльності повністю дотримується всіх принципів відкритої науки та розуміє їх значущість для освіти та професійної діяльності.

Достатній – в педагогічній діяльності повністю дотримується всіх принципів відкритої науки, але їх потреба використання не до кінця зрозуміла.

Середній – в педагогічній діяльності дотримується лише окремих принципів відкритої науки.

Низький – не дотримується жодного принципу відкритої науки та не розуміє їх значущість для освіти.

По завершенню курсу також були виконані зрізи цих самих складників стану сформованості компетентностей відкритої науки (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

Порівняння процентного співвідношення рівнів сформованості окремих складників компетентностей відкритої науки

Шкала рівнів	Високий	Достатній	Середній	Низький
На констатувальному етапі експерименту				
Навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею	30%	38%	31%	1%
Навички та досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження	23%	9%	19%	49%
Після формульовального етапу експерименту				
Навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею	25%	41%	33%	1%
Навички та досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження	31%	24%	34%	11%

Аналізуючи одержані результати, можна стверджувати, що процент високого рівня сформованості навичок та досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження зріс до 31%, а достатнього рівня з 9% до 24%. При цьому спостерігається збільшення кількості учасників курсу, які мають достатній рівень навичок та досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею: з 38% до 41%. Отже, використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї призвело до підвищення окремих компонентів компетентностей відкритої науки у освітян.

У межах проведення експерименту також заплановано третій етап дослідження (січень 2021 р. – травень 2021 р.) який передбачає:

–аналіз результатів використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї (у т.ч., електронних освітніх ресурсів, окремих хмарних сервісів);

–розроблення науково-методичних рекомендацій для педагогів щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;

–підготовка рукописів публіцистичних та науково-методичних статей щодо роз'яснення основних завдань, ідей експерименту;

–кількісний та якісний аналіз результатів експерименту на основі розроблених теоретико-методологічних критеріїв та впровадження їх у педагогічну практику.

Результатом експерименту є визначення доцільності і оптимальних форм для впровадження інноваційних засобів ІКТ, науково-методичних і навчальних матеріалів щодо використання хмарних технологій у навчально-наукове середовище педагогічних навчальних закладів [9]. Була виконана апробація педагогічних підходів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї на базі Державного університету «Житомирська політехніка». Описано програму дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», що передбачає вивчення чотирьох тем. Під час проходження дистанційного курсу учасники вивчили окремі хмарні сервіси, що відповідають ідеям реалізації відкритої науки в Україні. Окрім цього, слухачі опанували навички роботи з окремими хмарними сервісами для підтримування спільної роботи, організації навчально-дослідної роботи та підтримки дистанційного навчання. Було з'ясовано стан сформованості компетентностей відкритої науки та проведено оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Порівняння процентного співвідношення рівнів сформованості окремих складників компетентностей відкритої науки на констатувальному етапі експерименту та після формувального етапу дає підстави стверджувати, що процент високого та достатнього рівнів сформованості навичок та досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, розповсюдження зріс. Це свідчить про те, що використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї призвело до підвищення окремих компонентів компетентностей відкритої науки у освітян.

8.6. Методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Створення *методичної системи* навчання і професійного розвитку вчителів, передбачає ряд окремих методик використання хмаро орієнтованих компонентів навчального призначення для формування у вчителів навичок формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі їхньої подальшої професійної діяльності. До складу системи входять: методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів та методика використання відкритої науки вчителями,

орієнтовані на підвищення рівня компетентності з відкритої науки вчителя, покращення результатів навчання; методика використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари та методика використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів [50], що спрямовані на поліпшення організації і підвищення ефективності наукових досліджень, упровадження (оприлюднення, розповсюдження і використання) їх результатів, орієнтовані на зростання рівня ІКТ-компетентності вчителів.

Метою навчання є: створення найбільш сприятливих умов для особистісного і професійного розвитку вчителів, підвищення їх професійної і ІКТ компетентності, зокрема, підвищення рівня їх компетентності з відкритої науки. Цьому сприяє розширення доступу до хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів та сервісів відкритої науки; підвищення рівня організації навчання і науково-педагогічних досліджень.

Під методикою навчання будемо розуміти “нормативну модель навчально-виховного процесу (навчання) в межах однієї навчальної одиниці, що відображає упорядкованість (по елементу у часі і просторі, відповідно до цілей навчання і виховання і з врахуванням обраної педагогічної технології) діяльності учня (тих, хто навчається) стосовно змісту навчання та елементів навчального середовища певної навчальної одиниці” [2, с. 310]. Тобто мається на увазі, що зміст методики завжди стосується певної навчальної одиниці, в ролі якої постають навчальні теми, дисципліни, модулі.

У той же час, хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище є комплексною системою, що містить значну кількість підсистем і функцій, воно може формуватися на рівні закладу освіти, його структурного підрозділу, може бути розраховано на використання у певній предметній галузі, що охоплює деяку сукупність або цикл дисциплін. Можуть створюватись курси підвищення кваліфікації, які містяться на єдиній платформі або об’єднують кілька платформ. Тому для розгортання і використання освітніх компонентів хмаро орієнтованого середовища може знадобитися сукупність методик. Окремі методики можуть відрізнятися як за специфікою закладу або вікових категорій учнів, яких навчають вчителі (для підготовки різних категорій педагогічних кадрів), так і за специфікою змісту, спрямованого на навчання певних циклів або окремих предметів.

“Навчальна одиниця – це педагогічно самостійний і функціонально завершений змістово-технологічний елемент методики навчання, її логіко-дидактична складова, для якої можуть бути однозначно встановлені (унормовані) такі атрибути: ціль навчання, зміст навчання, педагогічна технологія і термін навчання” [2, с. 311].

Крім того, окремої уваги потребують методики проектування і використання компонентів середовища для різних рівнів його організації та за умов запровадження різних типів хмаро орієнтованих засобів.

При розробленні методичної системи формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища ЗВО за основу взято відповідну систему моделей. Так, методична система може бути зорієнтована на використання на рівні закладу, де проводиться підвищення кваліфікації вчителів

у цілому, хоча варіанти її реалізації можна розглядати і на рівні окремих курсів підвищення кваліфікації. Також можна використовувати методичну систему і як для циклів предметів, так і окремих предметів.

Особливої уваги заслуговують засоби формування і розвитку хмаро орієнтованого середовища підвищення кваліфікації вчителів, до складу яких можуть входити різноманітні сервіси відкритої науки і їх поєднання, що виокремлені у відповідні групи. Хмарні технології, на яких будується в даному випадку процес формування середовища, мають такі інноваційні риси, що відображають сутність хмарних обчислень, як відкритість і гнучкість.

Хмарні технології, сервіси і платформи виникли і розвивалися для підтримування систем гнучких і відкритих. Саме тому саме цей тип платформ є найбільш перспективним для того, щоб проектувати інфраструктуру середовища навчання і підвищення кваліфікації, бо на цій основі можна створити якнайкращі умови для прогресивного розвитку середовища. Можна гнучко і оперативно реагувати на нові цілі, вимоги і виклики, які постійно виникають і дуже швидко змінюються у сучасному суспільстві у зв'язку з неперервним розвитком інформаційних технологій.

Зміст навчання передбачений у межах хмаро орієнтованої методичної системи навчання і професійного розвитку вчителів спрямовано на формування ІКТ компетентності вчителів щодо використання різноманітних хмаро орієнтованих систем і сервісів відкритої науки у наукових дослідженнях і навчальному процесі.

Методи навчання, що застосовуються у хмаро орієнтованому середовищі: словесні (лекції, пояснення, бесіди); практичні (лабораторні та практичні роботи, вправи, розв'язання задач); дослідницькі (частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; евристичний).

Форми навчання: лекції; практичні і лабораторні роботи; робота в групах; самостійна робота; факультативні і тренінгові заняття; робота у навчальних і дослідницьких мережних проектах; пояснення і індивідуальні консультації.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані електронні ресурси; хмаро орієнтовані системи відкритої науки (сервіси та ресурси хмари відкритої науки EOSC); сервіси Google (Gmail, Google Диск, Google Analytics, Google Classroom, Google Meet), системи підтримки наукових електронних бібліотек, електронні відкриті журнальні системи, системи підтримки і проведення конференцій і семінарів, сайти електронних енциклопедій з освітньої тематики, сайти і доступ до наукометричних та реферативних баз даних, системи ідентифікування дослідників та об'єктів, професійні соціальні мережі, сервіси IaaS, наприкладі платформи Amazon Web Services та елементи PaaS, ресурси відкритої науки, відкриті наукові матеріали.

Результативний компонент: розширення доступу до засобів ІКТ навчання, підвищення рівня організації педагогічних досліджень, підвищення рівня ІКТ компетентності учасників навчання.

Здійснення процесу навчання за даною методичною системою може здійснюватися двома шляхами:

– навчання за програмами спецкурсів (чи дистанційних курсів), як елементу змісту підвищення кваліфікації педагогічних кадрів;

– через систему тренінгів, семінарів, вебінарів, індивідуальних консультацій, що можуть здійснюватися в ході пілотного експериментального дослідження (проекту) з розгортання хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища у закладі освіти.

Інтегровані сукупності методик навчання можуть утворювати методичні системи. Саме наявність системо утворювального фактора (факторів) інтегрує сукупність методик навчання і дозволяє говорити про інтегровану сукупність як систему. “Системоутворювальним фактором методичних систем можуть виступати спорідненість і/чи змістова близькість тих чи інших складових окремих методик навчання або їх комбінацій (повних і неповних): цілей навчання і виховання, змісту навчання, педагогічних технологій та елементів навчального середовища (зокрема засобів навчання), на які спираються відповідні складові методичної системи” [2, с. 312].

Проектування методичної системи навчання і професійного розвитку вчителів будується із використанням визначених методологічних принципів, методів і підходів і охоплює низку методик використання компонентів середовища, що об’єднані системо утворюючим чинником, яким є хмаро орієнтований підхід, що спирається на відповідні базові характеристики і сервісні моделі. Завдяки властивостям гнучкості і відкритості середовища, що забезпечуються на основі хмарних технологій, на основі методик використання його компонентів, що входять до складу методичної системи, це середовище має всі необхідні властивості для того, щоб забезпечувати процеси і формування і розвитку його складу і структури у відповідності до завдань і викликів.

Методики використання компонентів середовища відрізняються в залежності від обраного способу (моделі) розгортання ІКТ-інфраструктури. Процес розгортання середовища для різних моделей буде суттєво відрізнятися. Зокрема, формування середовища на базі сервісної моделі SaaS (програмне забезпечення як сервіс) може відбуватися відповідно до двох основних типів групування сервісів – це сервіси загального призначення і спеціалізовані (навчально-наукового призначення). У відповідності до цього можуть бути застосовані різні типи сервісів, зокрема SaaS (програмне забезпечення як сервіс). Наприклад, до сервісів загального призначення належить офісне програмне забезпечення. Його яскравим прикладом є програмний пакет Microsoft Office 365, до складу якого входять як програмні додатки, що можуть бути використані для підтримування навчальної або наукової діяльності незалежно від предметної галузі застосування (текстові редактори, електронні таблиці, презентації, інші матеріали, можуть створюватися сховища файлів а також застосовуватись сервіси комунікації).

Методика використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари (сервіси IaaS, на прикладі платформи Amazon Web Services) відповідає спеціалізованим сервісам, це сервіси надання доступу до ЕОР. Елементи PaaS (платформи як сервісу) використовуються на етапі розгортання віртуального робочого столу. Особливість постачання програмного забезпечення навчального призначення на базі моделі SaaS. В цьому випадку програмне забезпечення надається як повністю готовий сервіс, але його не можна

skonфiгурувати нiяк iнакше, воно може бути використано тiльки до тих цiлей, для яких воно призначено виробником.

Розробка методики використання вiдкритої науки вчителями може сприяти активному навчанню, розвитку науково-дослiдницьких навичок учнiв та поглибленню їх розумiння природних процесiв. Розглянемо процедурну модель такого використання (рис. 8.21).

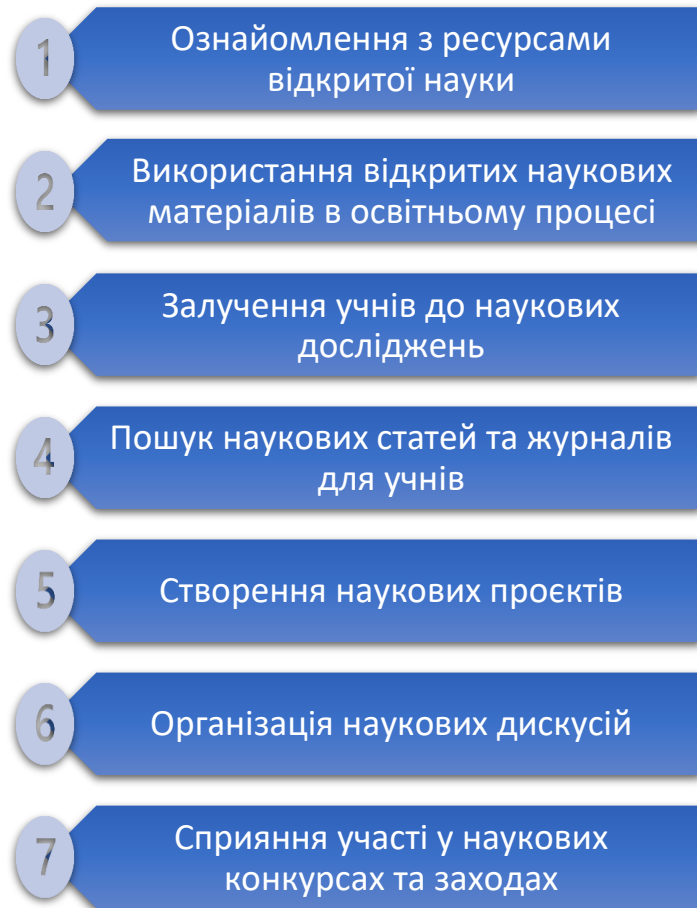


Рис. 8.21. Процедурна модель використання вiдкритої науки вчителями

1. Ознайомлення з ресурсами вiдкритої науки: доберiть доступнi ресурси вiдкритої науки, якi вiдповiдають предмету навчання. Це можуть бути журнали, бази даних, колекцiї зображень або вiдео, що стосуються дослiджень конкретної галузi наук. Ознайомлення з такими ресурсами дозволить вам пiдiбрати матерiали, що вiдповiдають основним темам вашого курсу.

2. Використання вiдкритих наукових матерiалiв в освітньому процесі: використовуйте вiдкритi науковi статтi, вiдео або зображення як додатковi джерела iнформацiї для урокiв. Порадьте учням ознайомитися з цими ресурсами та аналізувати їх з точки зору методiв, результатiв та висновкiв наукових дослiджень.

3. Залучення учнiв до наукових дослiджень: спонукайте учнiв до проведення власних дослiджень, використовуючи вiдкритi данi та ресурси. Наприклад, запропонувати учням планувати й виконувати дослiдження за допомогою доступних наукових даних, а потiм аналізувати та презентувати результати.

4. Пошук наукових статей та журналів для учнів: Сприяйте учням у пошуку актуальних наукових статей та журналів, пов'язаних з їхніми цікавими темами. Вони можуть використати ці знання для розширення кругозору, підвищення свідомості і поглиблення розуміння конкретної галузі наук.

5. Створення наукових проєктів: пошук відкритих даних та ресурсів може слугувати основою для створення наукових проєктів учнями. Заохочуйте учнів розробляти питання до дослідження, збирати дані, аналізувати результати та представляти свої висновки. Використовуючи відкриті дані, учні можуть здійснити власні дослідження та розвинути навички критичного мислення та наукового методу.

6. Організація наукових дискусій: створіть можливості для учнів обговорювати наукові статті та дослідження, які вони знайшли у відкритому доступі. Заохочуйте їх висловлювати свої думки, обґрунтовувати свої позиції та вести дискусії з підтриманням наукових доказів.

7. Сприяння участі у наукових конкурсах та заходах: посилайте учнів на наукові конкурси, виставки або конференції, де вони матимуть можливість представити свої дослідження та поділитися своїми знаннями з іншими учасниками та професіоналами.

Розроблення методики використання відкритої науки вчителями (наприклад, хімії) може сприяти поглибленню розуміння основних концепцій хімії та розвитку науково-дослідницьких навичок учнів. Ось кілька прикладів уроків для учнів 7-9 класів, в яких можна використати відкриту науку (табл. 8.4).

Таблиця 8.4

Приклади використання відкритої науки на уроках хімії

Тема уроку	Використання ресурсів відкритої науки
Урок “Дослідження реакцій кислот і лугів”	- Запропонуйте учням дослідити реакції розчинів кислот і лугів за допомогою відкритих наукових даних про рН різних розчинів. - Учні можуть дослідити вплив концентрації кислоти або лугу на зміну рН розчину і зробити висновки про характер реакції. - Використовуйте відкриті наукові дослідження та статті для пояснення фізичних та хімічних процесів, які відбуваються під час цих реакцій.
Урок “Дослідження реакцій окиснення-відновлення”	- Запропонуйте учням виконати досліди з реакцій окиснення-відновлення за допомогою доступних відкритих даних про хімічні реакції. - Учні можуть вивчити вплив різних факторів, таких як концентрація реагентів чи температура, на швидкість реакції. - Використайте наукові статті та дослідження для пояснення механізмів цих реакцій та практичних застосувань, наприклад, в аналізі антиоксидантів або батарейках.
Урок “Полімери та їх властивості”	- Запропонуйте учням дослідити різні полімери за допомогою відкритих наукових даних, зокрема їх властивості, такі як температура плавлення, розтягувальна міцність, еластичність тощо. - Учні можуть порівняти властивості різних полімерів та зробити висновки про їх використання в різних сферах, наприклад, упаковці, текстильній промисловості чи медицині.

	Використовуйте наукові дослідження та статті для пояснення структури полімерів та впливу цієї структури на їх властивості.
Урок “Хімічна кінетика”	- Запропонуйте учням вивчити хімічну кінетику реакцій за допомогою відкритих наукових досліджень та даних про швидкість реакцій. - Учні можуть дослідити вплив концентрації реагентів, температури або наявності каталізаторів на швидкість реакцій та побудувати графіки залежності швидкості від часу. - Використайте відкриті дані та моделі хімічної кінетики для пояснення механізмів реакцій та прогнозування їхньої швидкості.
Урок “Розчини та хімічний аналіз”	- Запропонуйте учням вивчити методи хімічного аналізу розчинів, використовуючи доступні відкриті дані та ресурси. - Учні можуть дослідити різні методи аналізу, такі як титрування, спектрофотометрія чи хроматографія, та застосувати їх для визначення концентрації речовин у розчинах. - Використання наукових статей та досліджень може допомогти пояснити принципи роботи хімічних реакцій та їх практичні застосування.

Ось деякі загальновідомі та популярні ресурси відкритої науки, які можна використовувати для навчання учнів хімії.

PubChem (рис. 8.22): Це безкоштовна база даних, яка містить інформацію про хімічні сполуки, їх властивості, структури та біологічну активність. Учні можуть використовувати PubChem для пошуку даних про конкретні хімічні сполуки, вивчення їх властивостей та використання у навчальних проектах [143].

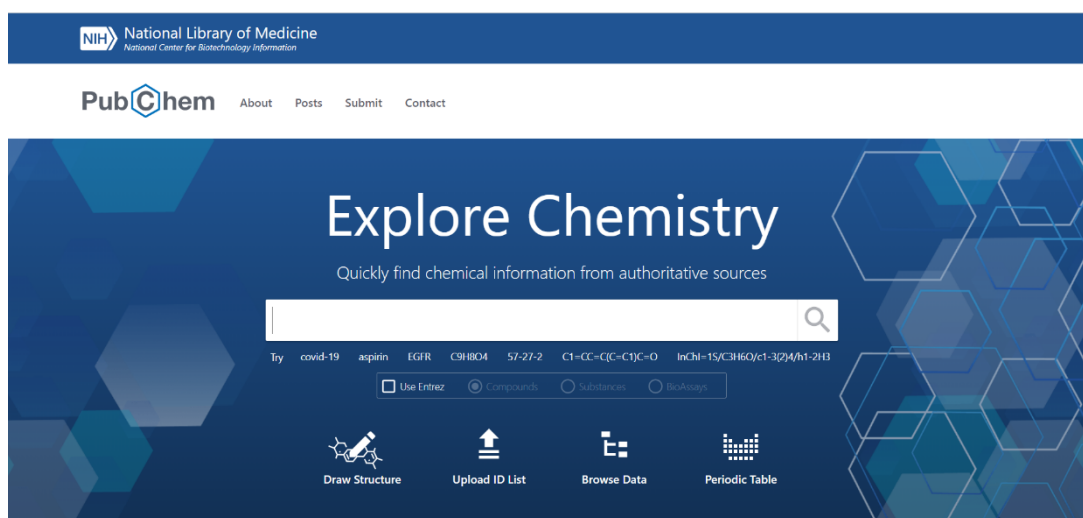


Рис. 8.22. Домашня сторінка платформи PubChem

Royal Society of Chemistry (RSC): RSC є одним з найбільших професійних товариств, присвячених хімії. Вони надають доступ до багатьох ресурсів для навчання хімії, включаючи журнали, книги, бази даних та освітні матеріали. На їхньому веб-сайті можна знайти безкоштовні матеріали для навчання хімії для учнів різних вікових груп [156] (рис. 8.23).

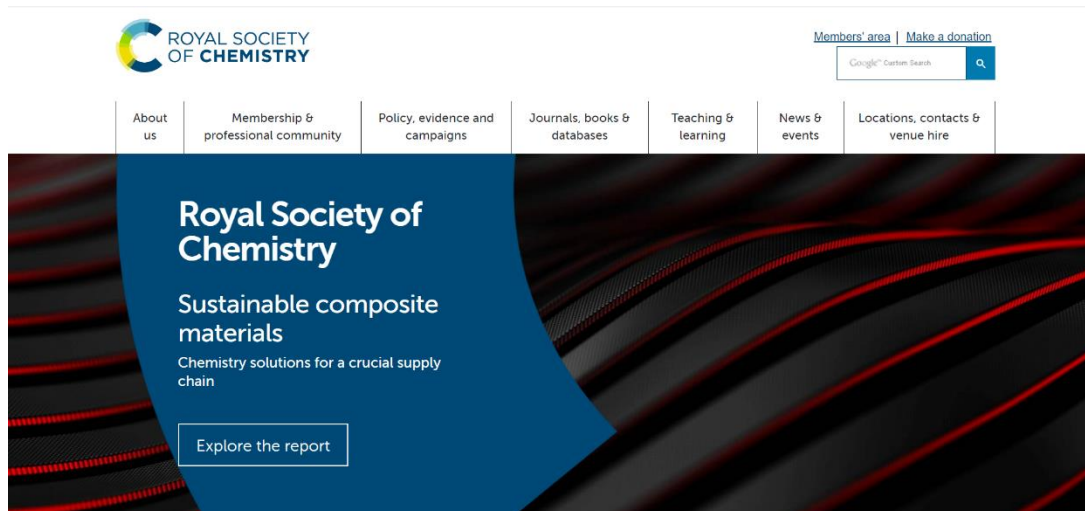


Рис. 8.23. Домашня сторінка платформи Royal Society of Chemistry

National Center for Biotechnology Information (NCBI): NCBI забезпечує доступ до великої кількості наукових даних з галузі біології та хімії. Вони пропонують базу даних PubMed, де можна знайти наукові статті і рецензовані публікації, пов'язані з хімією та біохімією [142] (рис. 8.24).



Рис. 8.24. Домашня сторінка платформи National Center for Biotechnology Information

OpenStax – це платформа, що надає вільний доступ до підручників з наукових дисциплін, включаючи хімію, які можуть бути використані для навчання учнів [6] (рис. 8.25).

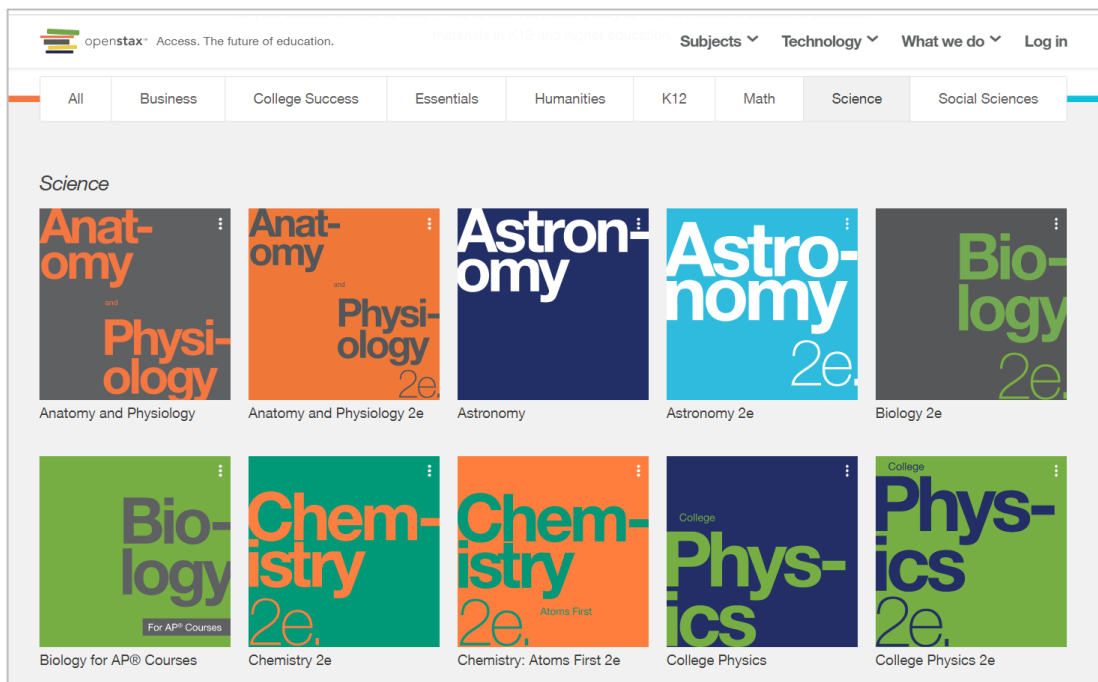


Рис. 8.25. Домашня сторінка платформи OpenStax

Методика використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів була детально розглянута в роботі [50]. Попередньо було описано мету, форми та методи (організації навчально-пізнавальної діяльності, стимулювання і мотивації, контролю), засоби, що доцільно застосовувати у процесі підвищення кваліфікації вчителів.

Методика використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів складається з наступних компонентів: цільовий, змістовий, технологічний та результативний. Мета сформульована як: підвищення рівня і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки. До методів навчання віднесено: спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний; виконання практичних завдань. Серед форм навчання зазначено: тренінги, навчальні курси, дистанційні навчальні курси, семінари, вебінари, майстер-класи, індивідуальні консультації, лекція із застосуванням хмарних сервісів та систем відкритої науки. Результатом застосування даної методики є: підвищення професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки та їх інструментарію, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Отже, інтегровані сукупності методик навчання утворюють методичну систему. Тому, методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів складається з чотирьох методик: методики використання European Open Science Cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, методики використання відкритої науки вчителями, методики використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари та методики використання

електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Дані методики спрямовані на підвищення рівня компетентності з відкритої науки вчителя, ІКТ-компетентності, покращення результатів навчання учнів та підвищення ефективності наукових досліджень вчителів та учнів. Порівнюючи структури описаних методик зі змістовим і технологічним складниками методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів було виявлено, що дані складники загалом визначаються через відповідні складники зазначених методик.

Для оцінки ефективності використання авторської ХОМСПК було обрано підвищення рівня КзВН [55]. Закцентуємо, що компоненти КзВН поділяються на чотири основні категорії:

- навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення (Складник 1);
- навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;
- навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею (Складник 2);
- навички й досвід, що впливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень [55].

Проте, для визначення рівня КзВН вчителів природничо-математичних предметів використовуватимуться лише два складники: Складник 1 та Складник 2. Цього достатньо, щоб зробити висновки про ефективність ХОМСПК, оскільки КзВН розміщена на перетині професійних компетентностей науковців та вчителів наукових ліцеїв. КзВН розуміємо як підмножину професійних компетентностей науковців. Це означає, що окремі компоненти КзВН актуальні лише для вчених.

Для перевірки ефективності застосування ХОМСПК було проведено педагогічний експеримент. Систематичне моделювання та реалізована експериментальна робота з підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів була природним міждисциплінарним педагогічним експериментом, який проводився у 4 етапи:

- 1) 10.2019 р.–12.2019 р. – підготовчий,
- 2) 01.2020 р.–02.2020 р. – констатувальний,
- 3) 03–12.2020 р. – формувальний,
- 4) 01–05.2021 р. – контрольний.

Науково-педагогічний експеримент передбачав виконання основних завдань:

- визначити вимоги до вчителів природничо-математичних дисциплін для роботи в науковому ліцеї;
- дослідити процес підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів;
- визначити основні види тематичної діяльності ХОМСПК;
- розробити ХОМСПК;
- підтвердити або спростувати ефективність використання ХОМСПК на основі аналізу та узагальнення експериментальних даних.

Педагогічний експеримент складався з наступних послідовних дій [55]:

- підготовчий етап – необхідність вибору теми, вивчення та аналіз науково-теоретичного матеріалу та наявного досвіду з проблеми дослідження;

- укладання програми дослідження – визначення цілей, предмету та об'єкту дослідження, постановка завдань, формулювання гіпотез, окреслення методології дослідження, збір даних та їх аналіз, розробка індивідуального плану;

- підписання договору з ЗВО чи ІППО на проведення експериментальних досліджень;

- добір педагогічних даних та їх кількісна та якісна обробка;

- оформлення результатів, висновків та методичних рекомендацій наукового дослідження;

- включення результатів експерименту в курси підвищення кваліфікації вчителів як окремих модулів чи програми курсу.

Під час проведення експерименту використовувались такі методи:

- аналіз наукових праць з досліджуваною тематикою;

- вивчення досвіду роботи викладачів курсів підвищення кваліфікації вчителів;

- анкетування, спостереження, діалоги, опитування зі слухачами курсів підвищення кваліфікації (вчителями природничо-математичних дисциплін) та викладачами, які проводять ці курси;

- аналіз педагогічних можливостей використання хмарних сервісів відкритої науки в процесі підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін для роботи в науковому ліцеї;

- методи статистичної обробки результатів педагогічного експерименту;

- підвести підсумки діяльності викладачів та слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів.

Формування контрольних і експериментальних груп було організовано таким чином [61]:

- *контрольні групи* (КГ) були сформовані за рахунок включення до їх складу п'ять груп слухачів дистанційних курсів освітан на базі Криворізького державного педагогічного університету, Державного університету «Житомирська політехніка», групи сформованої з учасників відкритої Google-групи «Відкрита наука в освіті». Учасники КГ пройшли курси підвищення кваліфікації без застосування авторської методики, проте з науковою складовою (окремі теми чи модулі) [61];

- *експериментальні групи* (ЕГ) налічували чотири групи учасників дистанційного курсу (база – Державного університету «Житомирська політехніка», 395 осіб). Учасники ЕГ навчалися за спеціалізованою методикою, а власне – методикою використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї, що є складником ХОМСПК [61].

В таблиці 8.5 [61] детально описано склад ЕГ та КГ.

Слід було збалансувати фактори, що впливають на освітній процес: у КГ зміст курсів підвищення кваліфікації мав включати наукову складову (модулі, окремі теми, розділи); в педагогічному експерименті необхідно враховувати

предмети, які викладає вчитель (передумова: природничо-математичні предмети) [61].

Таблиця 8.5

Склад КГ та ЕГ

Роки	КГ	ЕГ	Разом
2019–2020	група № 1 (45) група № 2 (24)	–	69 учасників
2020	група № 3 (17)	група № 1 (101) група № 2 (98) група № 3 (98) група № 4 (98)	412 учасників
2021	група № 4 (36) група № 5 (19)	–	55 учасників
Загальна кількість	141 учасник	395 учасників	536 учасників

З метою з'ясування стану рівня сформованості КЗВН та оцінки ефективності використання ХОМСПК проаналізовано результати констатувального етапу таких складників КЗВН: Складник 2; Складник 1 (рис. 8.26). Кожен компонент розглядається індивідуально і визначається за рівнем: високий, достатній, середній та низький [61].

Високий – повне дотримання всіх принципів відкритої науки в педагогічній діяльності та розуміння їх важливості для освітньої та професійної діяльності [9].

Достатній – у педагогічній діяльності повністю дотримуються всі принципи відкритої науки, але не повністю усвідомлюється необхідність її використання.

Середній – у педагогічній діяльності дотримуються лише деякі принципи відкритої науки [9].

Низький – не дотримуються жодні з принципів відкритої науки та повне не розуміння їх наслідків для освіти.

Аналізуючи констатувальний зріз, можна зробити висновок, що учасники мають достатній рівень сформованості Складника 2, але низький рівень для Складника 1.

Спочатку статистично перевіримо надійність гіпотези про те, що немає суттєвих відмінностей у сформованості рівнів Складника 2 між ЕГ та КГ. Використаємо критерій Фішера [109].

Перш за все слід сформулювати гіпотези [61]:

H_0 : Частка слухачів, що виявили достатній та високий рівні не більше, ніж у КГ за результатами дослідження рівнів сформованості Складника 2;

H_1 : Частка слухачів, що виявили достатній та високий рівні більше, ніж у КГ за результатами дослідження рівнів сформованості Складника 2.

За двома значеннями ознаки побудуємо таблицю емпіричних частот: «ефект має місце» (Ефект +) якщо рівні сформованості Складника 2 зазначені високий та достатній, в іншому випадку вважаємо, що «ефект відсутній» (Ефект –) (табл. 8.6). До того ж, в обчисленнях обрано лише частки, що відповідають спостереженням (ефект має місце) [61].

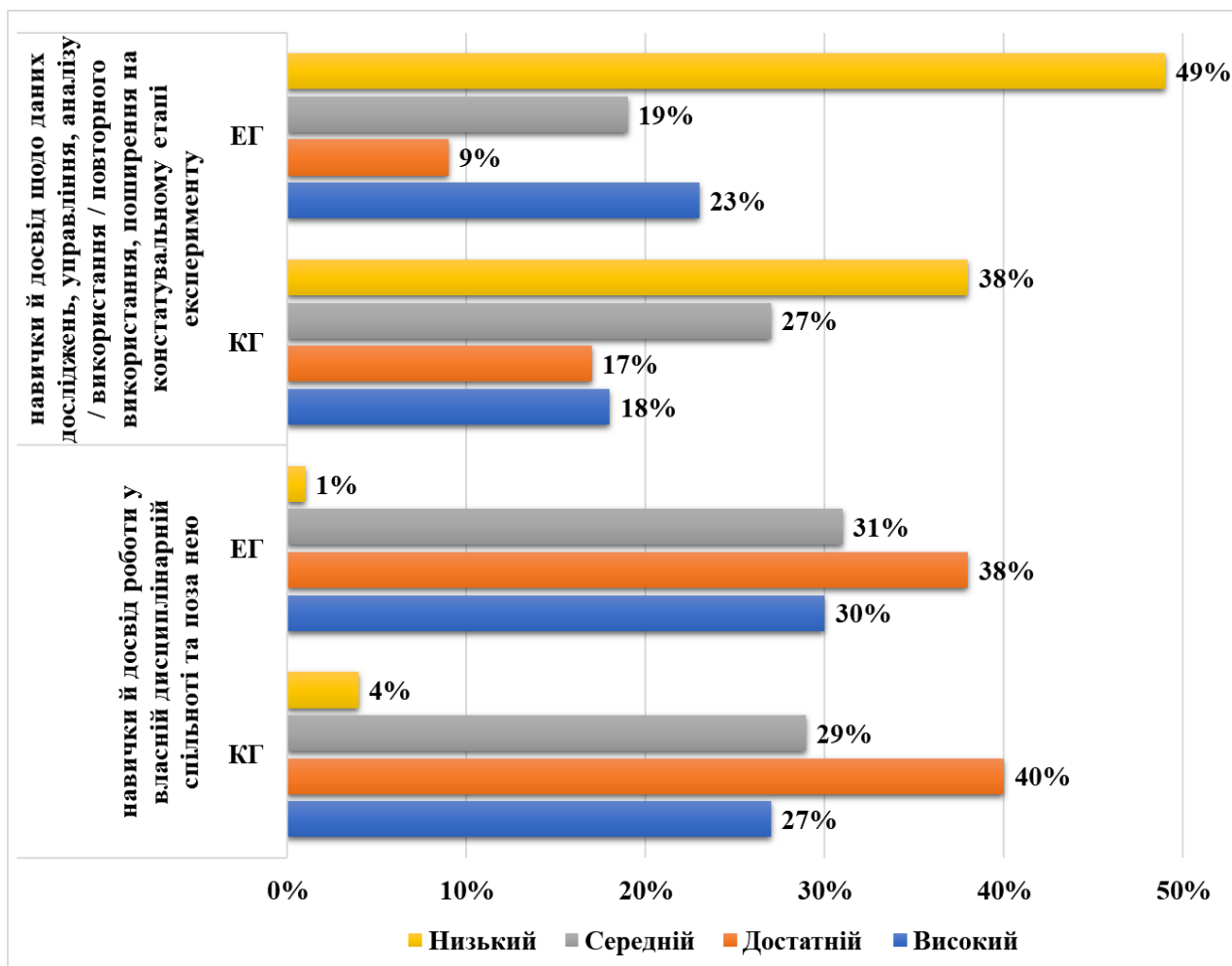


Рис. 8.26. Порівняння розподілів ЕГ та КГ учасників за рівнями сформованості складників КЗВН на констатувальному етапі експерименту

Таблиця 8.6

Таблиця для обчислень під час співставлення двох груп за часткою учасників, які мають високий та достатній рівні сформованості складників КЗВН на констатувальному етапі експерименту за критерієм Фішера

			КГ	ЕГ	Загальна кількість
Ефект +	Складник 1	Кількість учасників	49	126	175
		%	35 %	32 %	
	Складник 2	Кількість учасників	95	269	364
		%	67 %	68 %	
Ефект -	Складник 1	Кількість учасників	92	269	361
		%	65 %	68 %	
	Складник 2	Кількість учасників	46	126	172
		%	33 %	32 %	

Експериментальні дані повністю задовольняють обмеженням кутового перетворення Фішера:

- а) не дорівнює нулю жодна з порівнюваних часток;
- б) дозволено будь-які співставлення, оскільки кількість спостережень в обох вибірках перевищує 5.

Оберемо 1,6449 за критичне значення критерію Фішера для кожного складника [61].

Тоді 0,1582 – емпіричне значення критерію Фішера. В даному випадку на рівні значущості 0,05 збігаються характеристики порівнюваних вибірок.

Гіпотеза H_0 підтверджується, оскільки у зоні *незначущості* розташовано емпіричне значення – 0,1582. З рівнем значущості 0,05 достовірно, що частка слухачів, які за результатами констатувальних зрізів дослідження рівнів сформованості Складника 2 не більше, ніж у КГ, показали високий та достатній рівень [61].

Перевіримо достовірність гіпотези про відсутність відмінностей ЕГ і КГ між рівнями сформованості Складника 1 на основі даних, наведених на рис. 1 (з статистичної точки зору). Для цього повторно скористаємося критерієм Фішера.

Гіпотези були сформульовані в такому вигляді:

H_0 : Рівні сформованості Складника 1 у частки слухачів, які за результатами дослідження виявили достатній та високий рівні не більше, ніж у КГ;

H_1 : Рівні сформованості Складника 1 у частки слухачів, які за результатами дослідження виявили достатній та високий рівні більше, ніж у КГ.

Попередньо вже було побудовано таблицю емпіричних частот за двома значеннями ознаки сформованості Складника 1 (табл. 8.7). До того ж, в обчисленнях обрано лише частки, що відповідають спостереженням (ефект має місце), як це було показано при аналізі сформованості Складника 2.

Експериментальні дані повністю задовольняють обмеженням кутового перетворення Фішера. Критичне значення критерію Фішера – 1,6449, а емпіричне значення складає 0,6171. На рівні значущості 0,05 співпадають характеристики порівнюваних вибірок. Приймаємо гіпотезу H_0 , оскільки емпіричне значення 0,6171 знаходиться у зоні *незначущості*. Це означає що частка учасників, які за результатами дослідження рівнів сформованості Складника 1 виявили достатній та високий рівні не більше, ніж у КГ (достовірно відповідно до рівня значущості 0,05).

Мета педагогічного експерименту на формувальному етапі була сформульована наступним чином: вивчити ефективність ХОМСПК та порівняти рівні формування окремих складників КЗВН в ЕГ та КГ.

Рівні сформованості двох складників КЗВН в КГ та ЕГ розподілені в таблиці 8.7 за результатами двох зрізів (другий зріз було проведено після завершення формувального етапу педагогічного експерименту) [61].

Розподіл рівнів сформованості двох складників КЗВН у КГ та ЕГ згідно результатів кінцевого та констатувального зрізів [9]

КЗВН		Складник 2				Складник 1			
Рівні		Високий	Достатній	Середній	Низький	Високий	Достатній	Середній	Низький
Констатувальний зріз	Контрольна група (КГ)	27 %	40 %	29 %	4 %	18 %	17 %	27 %	38 %
	Експериментальна група (ЕГ)	30 %	38 %	31 %	1 %	23 %	9 %	19 %	49 %
Кінцевий зріз	Контрольна група (КГ)	25 %	33 %	35 %	7 %	18 %	19 %	32 %	31 %
	Експериментальна група (ЕГ)	25 %	41 %	33 %	1 %	31 %	24 %	34 %	11 %

Сформовано гістограму, в якій порівнюються розподіли рівнів сформованості Складника 2 та Складника 1 відповідно до констатувальних результатів і кінцевих показано на рис. 8.27.

На основі показаних даних на рис. 8.27 спочатку перевіримо достовірність припущення про те, що зі статистичної точки зору існують відмінності між рівнями формування Складника 2 ЕГ та КГ згідно аналізу результатів кінцевого зрізу.

Попередньо було обрано критерій Фішера для статистичного підтвердження одержаних результатів, тому скористаємось двома гіпотезами:

H_0 : Відсоток слухачів за результатами навчання сформованого рівня Складника 2, що показали вищі та достатні рівні більший, ніж у КГ;

H_1 : Відсоток слухачів за результатами навчання сформованого рівня Складника 2, що показали вищі та достатні рівні не більший, ніж у КГ.

Для статистичного підтвердження одержаних результатів треба побувати таблицю, яка фактично містить емпіричні частоти на основі двох значень ознаки: якщо рівень сформованості Складника 2 виражається як високий і достатній, то «ефект має місце» (Ефект +), і навпаки – «ефект відсутній» (Ефект –) (табл. 8.8). Крім того, у розрахунку використовується лише частка, яка відповідає спостереженню, для якого ефект наявний. Експериментальні дані повністю відповідають обмеженню кутового перетворення Фішера:

- а) жодна з порівнюваних оцінок не дорівнює нулю;
- б) кількість спостережень в обох випадках перевищує 5, що дозволяє будь-яке порівняння.

Виберемо 1,6449 як критичне значення критерію Фішера для кожного зазначеного компонента системи.

Емпіричне значення критерію Фішера становить 3,9224, а критичне попередньо обрали – 1,6449. За статистичним критерієм Фішера достовірність різниці між характеристиками ЕГ та КГ становила 95%.

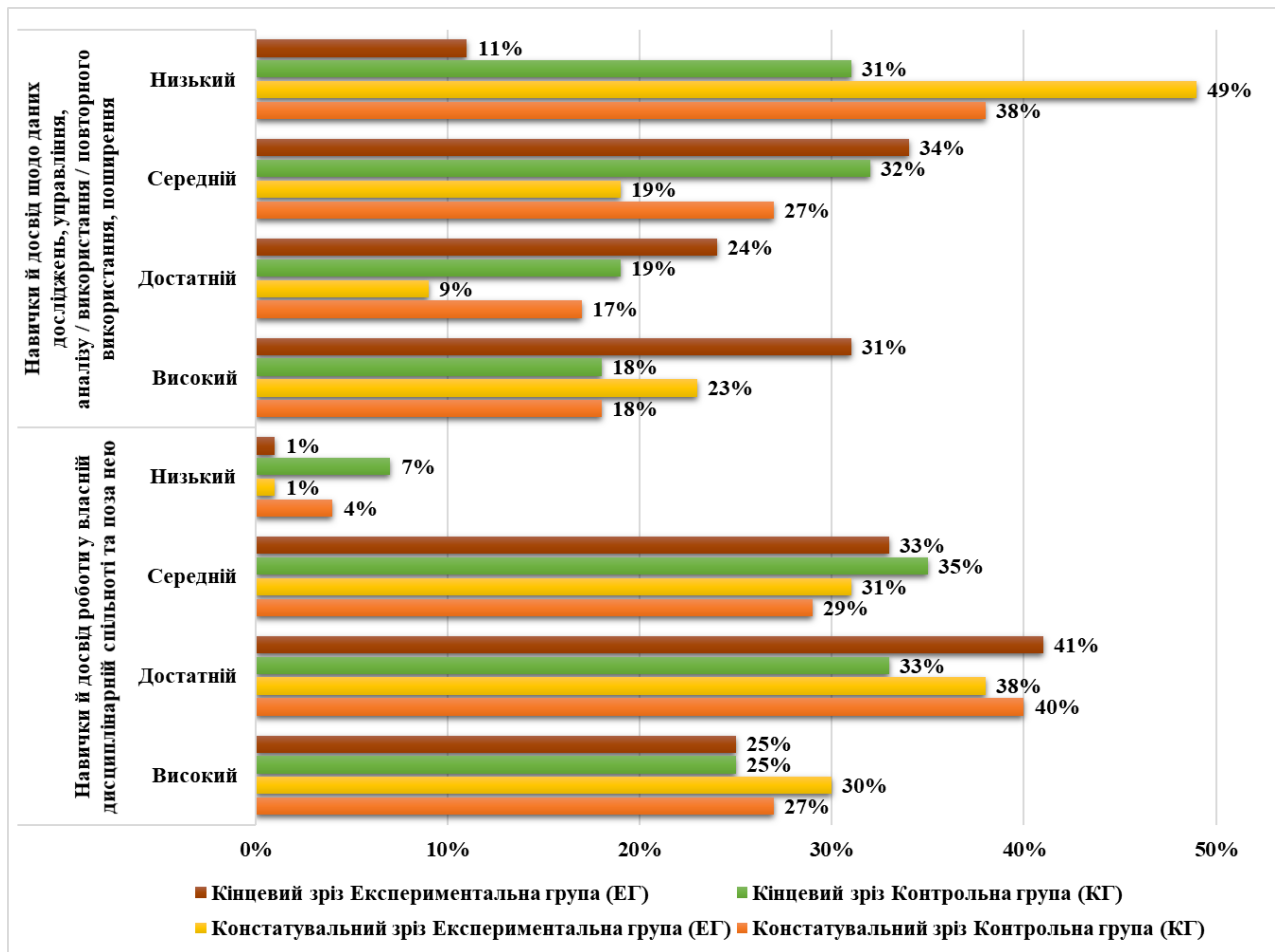


Рис. 8.27. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості двох складників КзВН за результатами констатувального та кінцевого зрізу [9]

Отже, якщо характеристики ЕГ та КГ відповідають рівню значущості 0,05 до експерименту, а достовірність різниці між характеристиками ЕГ та КГ після експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що використання ХОМСПК призвело до статистично значущих відмінностей у результатах ЕГ та КГ.

Перевіримо надійність гіпотези зі статистичної точки зору, тобто чи існують відмінності між рівнями сформованого Складника 1в КГ та ЕГ згідно кінцевих результатів. Скористаємося по аналогії критерієм Фішера. Тому спочатку слід окреслити дві гіпотези:

H_0 : Високий та достатній рівень більший у частки слухачів в ЕГ, ніж у КГ, згідно результатів дослідження рівнів сформованості Складника 1;

H_1 : Високий та достатній рівень не більший у частки слухачів в ЕГ, ніж у КГ, згідно результатів дослідження рівнів сформованості Складника 1.

Таблиця для обчислень під час співставлення двох груп згідно частки учасників, які мають високий та достатній рівні сформованості складників КЗВН після формувального етапу експерименту за критерієм Фішера

			КГ	ЕГ	Загальна кількість
Ефект +	Складник 1	Кількість учасників	52	217	169
		%	37 %	55 %	
	Складник 2	Кількість учасників	52	221	273
		%	37 %	56 %	
Ефект –	Складник 1	Кількість учасників	89	178	267
		%	63 %	45 %	
	Складник 2	Кількість учасників	89	174	263
		%	63 %	44 %	

Попередньо побудована таблиця емпіричних частот (табл. 8.8) містить два значення ознаки: «ефект має місце» – рівні сформованості Складника 1 вказані високий та достатній, «ефект відсутній» – у іншому випадку. При цьому, як і в попередньому випадку, в обчисленнях використовували тільки частки для яких ефект має місце. Обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера виконуються в даному випадку для експериментальних даних.

Встановимо емпіричне значення на рівні – 3,7147, критичне значення критерію Фішера становитиме 1,6449. Достовірність різниці в характеристиках ЕГ та КГ за критерієм Фішера становить 95 %.

Отже, до початку експерименту характеристики ЕГ та КГ збігалися з рівнем значущості 0,05, і в той же час достовірність відмінностей у характеристиках ЕГ та КГ після проведення педагогічного експерименту складає 95 %. Тому дійшли до висновку, що застосування ХОМСПК призводить до статистично значущих відмінностей у результатах формування КЗВН.

Отже, порівнюючи розподіли ЕГ та КГ слухачів курсів підвищення кваліфікації за рівнями сформованості складників КЗВН на констатувальному етапі експерименту, можна зробити висновок, що переважав низький рівень: ЕГ – 49 % та КГ – 38 % (Складник 2, але низький рівень для Складника 1). При цьому для Складника 2 переважав достатній рівень (КГ – 40 %, ЕГ – 38 %). В особистій розмові, більшість учасників констатувального етапу педагогічного експерименту визнавали необхідність участі вчителів наукових ліцеїв в науковій діяльності, але вчителі не були готові працювати в науковому ліцеї. У процесі спостережень та індивідуальних бесід виявлено, що більшість вчителів не вважають за потрібне займатися наукою, а тим більше заохочувати учнів до науки. З наявних хмарних сервісів відкритої науки вчителями майже не використовуються (причини: відсутність локалізації, відсутність методик та методичних рекомендацій).

Проведено оцінювання ефективності використання ХОМСПК завдяки аналізу рівнів сформованості КЗВН. Порівнюючи рівні сформованості двох складників КЗВН після констатувального та формувального етапів педагогічного експерименту, можна зробити наступні висновки: високий і достатній відсоток

рівнів сформованості Складника 1 зріс (високий: з 23 % до 31 %, достатній: з 38 % до 41 %, з 9 % до 24 %) [55].

Педагогічний експеримент демонструє підвищення рівня основних компонентів КзВН, що свідчить про ефективність застосування ХОМСПК. Таким чином було досягнуто поставленої мети, виконано всі завдання дослідження, підтверджено висунуту гіпотезу.

РОЗДІЛ 9. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДО РОБОТИ У НАУКОВИХ ЛЦЕЯХ

9.1. Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів

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 [137]. Серед них, зокрема, хмаро орієнтовані системи підтримування 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 підтримування 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 [97].

Для підтримування розгортання корпоративних хмаро орієнтованих систем у закладі освіти доцільно застосовувати такі платформи, як, наприклад, MS Azure, AWS або інші [121]. 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 [136] 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/проектів 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. Висвітлилося 460 пунктів програмного забезпечення, наявні у вільному доступі (Рис. 9.1).

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.

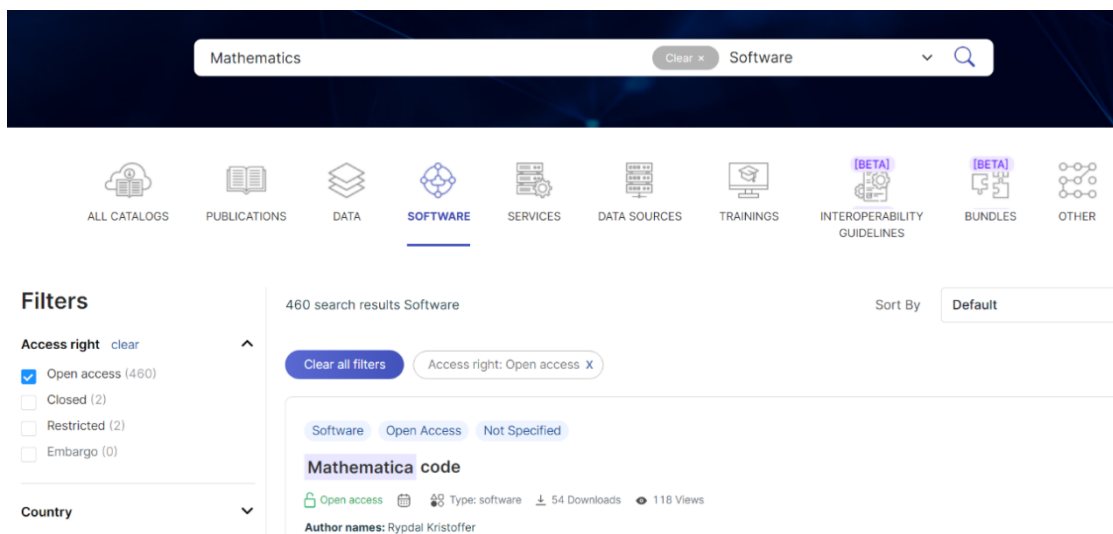


Рис. 9.1. Зразок запиту щодо добору сервісів за галуззю «Математика»

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 обрахунків та символічних перетворень, а також візуалізації математичних співвідношень і закономірностей у даних, що є доступним як хмарний сервіс [154].

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 [154].

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 [137] 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, WMWare або ін.), сервіси науково-освітніх мереж і інфраструктур, зокрема Європейської хмари відкритої науки (EOSC).

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 уможливорюються 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).

Отже, 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 проєктно-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 [97].

9.2. Методичні рекомендації з використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи у наукових ліцях

Проголошені резолюцією Генеральної Асамблеї ООН [16] та підтримані Указом Президента України [86] 17 глобальних векторів сталого розвитку до 2030 року всеосяжно розкривають найактуальніші проблеми людства. У вирішенні більшості з них (забезпечення якісної освіти й медицини, розвиток інновацій, міст, інфраструктур, відновлюваних джерел енергії, збереження екосистем морів і суходолу, боротьба зі зміною клімату) провідну роль відіграють результати передових наукових досліджень та рівень новітніх технологічних рішень. Динаміка розвитку науково-технічного прогресу найближчих десятиліть значною мірою та безпосередньо залежатиме від підготовки наступних поколінь дослідників вже сьогодні. Основоположним рушієм науково-технічної революції майбутнього стануть винахідники, які здатні не лише удосконалювати існуючі технології на основі вже відомих наукових знань, а й генерувати принципово нові наукові ідеї для реалізації революційних розробок у галузях штучного інтелекту, генетики, біотехнологій, відновлюваних джерел енергії, імерсивних технологій, матеріалознавства та нанотехнологій.

Першою ланкою підготовки молодого вченого, здатного мислити інноваційно, самостійно висувати гіпотези і приймати раціональні рішення, є

науковий ліцей. У «Положенні про науковий ліцей» [22] окреслена необхідність якісної організації дослідно-орієнтованого навчання, що передбачає органічне поєднання таких компонентів, як:

- освітній процес з поглибленим вивченням окремих предметів та використанням завдань високого рівня складності;
- участь учнів у науковій, науково-технічній, дослідницько-експериментальній, навчально-дослідницькій, конструкторській, винахідницькій та пошуковій діяльності, зокрема виконання наукових проєктів;
- розроблення й апробація нових педагогічних технологій, методів навчання й форм організації освітнього процесу.

Одним зі способів ефективної підтримки цих процесів вбачається методично обґрунтоване використання *сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки* (ХОСВН) та відповідна *підготовка вчителів природничо-математичних предметів* щодо їх застосування у ході проведення наукових досліджень.

Одна з найважливіших *місій вчителя* наукового ліцею – провести учня через усі *етапи наукового дослідження*, що включають: 1) вибір теми; 2) збір даних про об'єкт та предмет, обґрунтування доцільності обраної проблеми та виявлення можливих перспектив; 3) розроблення теоретичних засад шляхом пошуку й аналізу необхідних даних в предметній галузі; 4) проєктування і моделювання; 5) добір методів й розроблення методик дослідження; 6) проведення експерименту; 7) узагальнення отриманих результатів та їх візуалізація; 8) упровадження результатів у практику та 9) інформаційно-аналітичний моніторинг упровадження.

«Стандартом спеціалізованої освіти наукового спрямування» визначено, що дослідницька діяльність здобувачів освіти за природничо-математичним й техніко-технологічним профілями навчання передусім спрямована на отримання таких *прикладних результатів*, як моделі; винаходи; результати експериментів, спостережень, проєктної роботи, польових досліджень, збирання та аналізу емпіричних даних (бази даних, колекції); конструкції; програмні продукти; технічні вироби; удосконалені матеріали, пристрої, процеси, продукти та ін. [71]. У розпорядженні КМУ № 1687-р наголошується на необхідності застосування підходу, спрямованого на поєднання науки, технологій, інженерії та математики з винахідництвом і підприємництвом [24]. У перспективі такі заходи дозволять здобувачам повної загальної середньої освіти оволодіти відповідними компетентностями та підвищити конкурентоспроможність шляхом ефективної реалізації своїх наукових розробок в реальному секторі економіки, як стартапів.

Для досягнення вказаних стратегічних цілей у наукових ліцях необхідно створити умови для впровадження в освітній процес інноваційного педагогічного досвіду, вдосконалення методичного і матеріально-технічного забезпечення. З огляду на те, що переважна більшість таких навчальних закладів заснована університетами, інститутами й академіями або має з ними укладені договори про співпрацю і спільну діяльність у сфері науки, одночасно уможлиблюється як залучення педагогічних працівників до науково-дослідних робіт ЗВО, так і доступ школярів до навчально-наукових лабораторій й обладнання для виконання наукових проєктів.

Дослідницьку діяльність учнів доцільно здійснювати на засадах відкритої науки (open science) – відносно нової концепції, що відображає підхід до реалізації всього циклу наукового дослідження, заснований на спільній роботі, колаборації, співробітництві, високих стандартах прозорості й відкритості, пошуку нових знань та отриманні наукових результатів з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних сервісів і систем [77]. Для підтримки вказаних процесів нині представлено широкий спектр потужного допоміжного інструментарію – *хмаро орієнтованих систем відкритої науки*, що дозволяють вирішувати широке коло завдань та ґрунтовно описані у розділі 3.

Ефективність організації наукової діяльності і комунікації з учнями безпосередньо залежить від практичних *вмінь вчителів застосовувати сервіси ХОСВН*. На законодавчому рівні [25] популяризацію природничих наук та математики передбачено реалізовувати, у тому числі, й шляхом підвищення фахового кваліфікаційного рівня педагогічного колективу щодо оволодіння інтерактивними методиками навчання, методиками дослідницької роботи в галузі природничих наук та математики, навичками ефективного використання цифрових технологій в освітньому процесі.

Необхідність розроблення програм підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації фахівців відповідно до професійних рамок цифрових компетентностей вчергове актуалізовано у відповідній «Концепції» [23]. Щорічний план проведення освітніх заходів для вчителів природничо-математичних предметів може передбачати проведення семінарів, вебінарів, практикумів, тренінгів за їх вільним вибором.

Фахівцями Інституту цифровізації освіти НАПН України розроблено низку методик щодо використання сервісів *хмаро орієнтованих систем відкритої науки* [15; 49; 58; 98]. Розглянемо рекомендації з використання окремої групи сервісів – *наукометричних і реферативних баз даних (НБД, РБД)*, та на їх основі сформулюємо загальні методичні вказівки з використання ХОСВН у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи у наукових ліцеях.

НБД та РБД є сучасними хмарними платформами, що застосовуються на різних етапах дослідження, зокрема для:

- пошуку експертно вивірених наукових даних;
- впровадження отриманої наукової продукції через оприлюднення і розповсюдження;
- моніторингу результативності наукової діяльності через відстеження, збирання, зберігання й аналітичне опрацювання кількісних та якісних показників використання.

Нині університетські бібліотеки мають можливість забезпечити безоплатний та безперешкодний доступ до цих ресурсів за загальнонаціональною підпискою, забезпечити педагогів акаунтами й організувати проведення тренінгів з формування їхніх практичних вмінь і навичок використання такого роду сервісів у наукових ліцеях.

Перш за все, необхідно ознайомити вчителів з основними відомостями та теоретичними основами галузі наукометрії, поняттями цитування, індексування, основними можливостями та відмінностями міжнародних баз даних, серед яких:

– наукометричні: Scopus (<https://www.scopus.com>), Web of Science (<http://login.webofknowledge.com>), Google Scholar (<https://scholar.google.com.ua>), Open Ukrainian Citation Index (OUCI) (<https://ouci.dntb.gov.ua>), SciVal (<https://www.scival.com/landing>);

– реферативні: DOAJ (<https://doaj.org>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>), ERIH PLUS (<https://dbh.nsd.uib.no/publiseringskanaler/erihplus>) та ін.

Наступним кроком – розглянути особливості інтерфейсу кожної бази даних, її тематичне охоплення, принципи функціонування, пропонований інструментарій пошуку наукових матеріалів, можливості фільтрування результатів, їх візуалізації в діаграмах та наявність індексів цитування, що покладені в основу рейтингів.

Особливої уваги потребує формування практичних вмінь і навичок вчителів природничо-математичних предметів створювати пошукові запити у НБД Web of Science і Scopus з метою одержання максимально точних результатів. Зокрема, слід розглянути загальну структуру складних запитів для пошуку за точною фразою, з можливою зміною морфології слів, за різними полями та їх подання у булевих виразах з використанням логічних операторів. У ході тренінгу необхідно передбачити такі *практичні завдання*:

№ 1. Здійснити простий пошук по НБД, використовуючи поля Автор, Рік, Афіліація та Назва джерела (рис. 9.2).

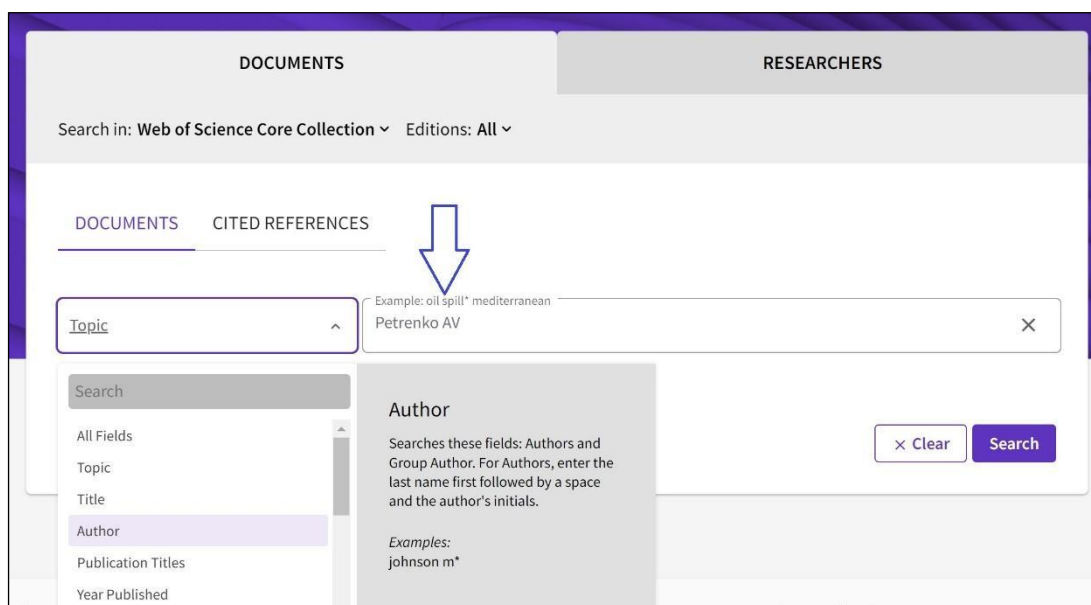


Рис. 9.2. Простий пошук джерел за іменем автора в НБД Web of Science

№ 2. Здійснити розширений пошук за тематикою предмета, який викладає вчитель, сформувавши складний запит з використанням булевих виразів, логічних операторів та полів Тема, Заголовок публікації, Анотація, Ключові слова або Усі поля (рис. 9.3).

Add terms to the query preview

All Fields Example: liver disease india singh And Add to query

More options ▾

Query Preview

(TS=(online AND encyclo*) AND AU=(LUPARENKO LA))

Publication Date Last 5 years

× Clear Search ▾

Booleans: AND, OR, NOT

Field Tags:

- TS=Topic
- TI=Title
- AB=Abstract
- AU=[Author]
- AI=Author Identifiers
- AK=Author Keywords
- GP=[Group Author]
- ED=Editor
- KP=Keyword Plus*
- SO=[Publication Titles]
- DO=DOI
- PY=Year Published
- CF=Conference
- AD=Address
- OG=[Affiliation]
- OO=Organization
- SG=Suborganization
- SA=Street Address
- CI=City
- PS=Province/State
- CU=Country/Region
- ZP=Zip/Postal Code
- FO=Funding Agency
- FG=Grant Number
- FD=Funding Details
- FT=Funding Text
- SU=Research Area
- WC=Web of Science Categories
- IS= ISSN/ISBN
- UT=Accession Number
- PMID=PubMed ID
- DOP=Publication Date
- LD=Index Date
- PUBL=Publisher
- ALL=All Fields
- FPY=Final publication year

Search Help

Рис. 9.3. Розширений пошук джерел за темою «онлайн енциклопедія» автора «Лупаренко Л.А.» в НБД Web of Science

Доцільно ознайомити вчителів з таким інструментарієм, як створення тематичних добірок статей та налаштування оповіщень про появу нових матеріалів за сформованим запитом. Закріпити це можна виконанням такого практичного завдання:

Marked List

My marked lists (5) Unfiled Records

Begin typing to find your list...

+ Create a new list Merge Lists Delete

☐	Name	Last Modified ↓	Type	Count	
☐	Розширена реальність	12-14-2022 17:05	Documents	300	Edit details
☐	mixed reality	04-08-2022 09:19	Documents	147	Edit details
☐	extended reality	04-08-2022 09:17	Documents	105	Edit details
☐	substitutional reality	04-08-2022 08:58	Documents	4	Edit details
☐	reality	03-29-2022 12:13	Documents	23	Edit details

Items per page: 10 1 - 5 of 5

Рис. 9.4. Тематичні добірки, збережені користувачем у НБД Web of Science

№ 3. Зберегти отримані у ході виконання попередніх завдань результати у добірку, назвати її згідно ключових слів (рис. 9.4). Налаштувати щотижневне сповіщення про нещодавно опубліковані праці, які відповідають пошуковому запиту (рис. 9.5).

Search alerts

Search Alerts will email you when new publications are added to the database that match your saved search criteria. For example, if your saved search is on Nanotechnology, our system emails new works on this topic at a frequency of your choice.

Alert name: ascending < 1 of 1 >

Name: extended reality extended reality (Topic) Active Rerun Search Less options

Database: Web of Science Core Collection

Date Created: червень 16, 2023

Description (optional): Description

Alert preferences

Email recipients: lisoln1@gmail.com Edit

Frequency: Weekly

☒ Continue to receive emails when there are no new results

No longer want to receive alerts? Remove

Рис. 9.5. Створення сповіщення про нещодавно опубліковані праці за запитом користувача в НБД Web of Science

Візуалізуйте отримані результати пошуку за допомогою діаграм з можливістю фільтрування за такими параметрами, як авторство, журнал, рік публікації, тип документа, мова оригінального тексту, тип доступу, галузь науки, країна, регіон; сортування за кількістю або алфавітом; завантаження готового зображення вибірки на ПК (рис. 9.6).

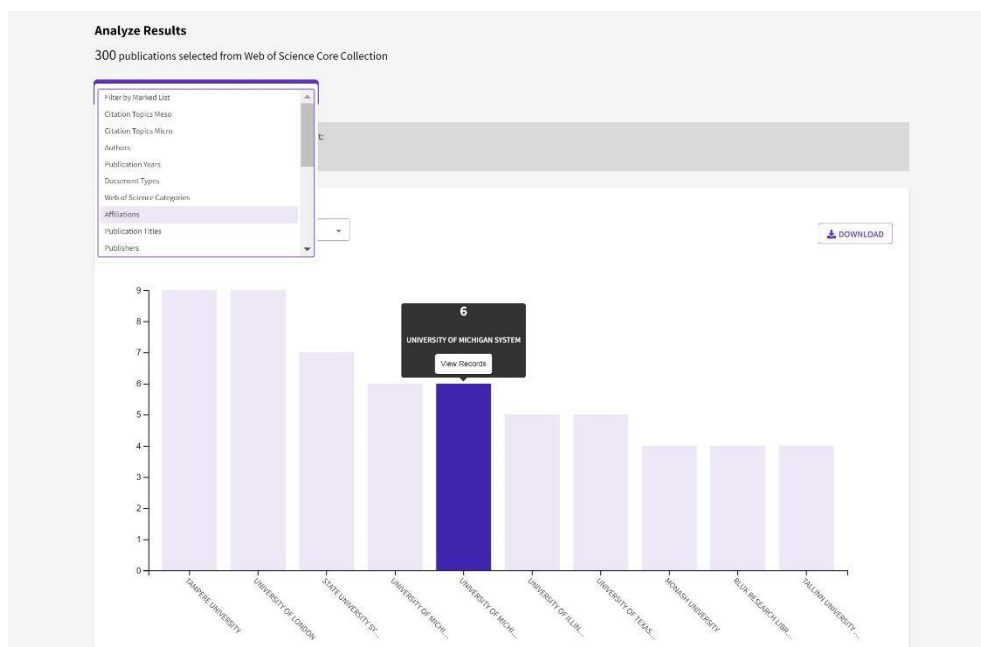


Рис. 9.6. Діаграма розподілу кількості праць на тему «розширена реальність» за афіліацією їхніх авторів в НБД Web of Science

Вчителів необхідно ознайомити з особливостями оптимального використання індексу Гірша (h-index) для оцінювання діяльності вчених, прогнозування їх майбутніх наукових досягнень та кросдисциплінарних

порівнянь, а також надати рекомендації щодо використання імпакт-фактора (ІФ) для оцінювання якості фахових наукових видань.

З метою добору найкорисніших джерел і публікацій, включених у добірки вчителів, наступне практичне завдання матиме такий зміст:

№ 4. Порівняти індекси Гірша авторів 10 найцитованіших статей у добірці та визначити імпакт-фактори видань, у яких вони опубліковані.

Отримані у ході тренінгу знання та вміння можуть бути використані вчителями з метою:

- пошуку й добору якісних публікацій для актуалізації своїх знань;
- підготовки навчального матеріалу та планування уроків з фізики, хімії, математики, географії, біології, астрономії;
- візуалізації отриманих даних та надання учням актуальних відомостей про сучасні досягнення у науці і техніці для залучення їх до вивчення природничо-математичних предметів;
- пошуку наукових видань для публікування результатів власних наукових розвідок.

Для ефективного проведення наукових досліджень у науковому ліцеї особливо важливим є постійне професійне самовдосконалення вчителя, а отже регулярне відвідування онлайн-курсів, семінарів, тренінгів та перегляд електронних ресурсів і відеоматеріалів щодо роботи з такого роду сервісами хмаро орієнтованих систем відкритої науки має бути обов'язковим.

Узагальнюючи вказане вище, можемо запропонувати такі **методичні рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки** в процесі підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін до роботи в наукових ліцеях.

1. Необхідно ознайомити вчителів з наявними зразками сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їхніми видами та призначенням; надати огляд ключових особливостей, переваг і можливого застосування окремих груп таких ресурсів для проведення досліджень у наукових ліцеях.

2. Оскільки практичний досвід роботи педагогів з ХОСВН є основоположним базисом успішного освітнього й дослідницького процесу, рекомендовано організувати відповідне навчання. Підвищення кваліфікації можливо реалізувати шляхом проведення тренінгів, що дозволять вчителям отримати необхідні вміння з використання функціоналу таких сервісів. Зокрема, їм слід продемонструвати, як сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки можуть полегшити збір, аналіз й візуалізацію даних у ході досліджень з природничих наук та математики, сприяти науковій комунікації, вирішити проблеми збереження конфіденційної інформації учнів та захисту наукових даних.

3. Доцільно визначити конкретні кейси, в яких сервіси ХОСВН можуть покращити навчання і залучення учнів, ознайомити вчителів з можливостями включення таких ресурсів у навчальний план і використання цього інструментарію не лише для викладання предметів природничо-математичного циклу, а й інтегрування його на кожен етап наукової дослідної роботи здобувачів освіти.

4. Сервіси ХОСВН надають освітянам необмежені можливості співпраці та обміну даними. Слід сприяти формуванню й розбудові віртуальної спільноти педагогів-практиків, де вони можуть обмінюватися ідеями, передовим досвідом та інноваційними підходами до викладання в наукових ліцеях.

5. Доцільно забезпечити інформаційну підтримку вчителів, зокрема інформувати про останні розробки в сфері хмаро орієнтованих систем відкритої науки, здійснювати огляд корисних ресурсів, їх функціоналу та методик використання.

Упровадження ХОСВН у роботі наукових ліцеїв та слідування вказаним рекомендаціям дозволить вчителям природничо-математичних дисциплін ефективно здійснювати освітню та наукову складові своєї діяльності.

9.3. Застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів

Для нашого дослідження важливим є аналіз особливостей застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів [28]. Тому, проаналізуємо процес підготовки майбутніх вчителів, приклади застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки у практиці роботи ЗЗСО та підвищення кваліфікації педагогічних працівників із застосуванням сервісів відкритої науки.

Академік Биков В.Ю. у публікації [3] розглядає сучасні тенденції розвитку інформаційного суспільства та проблеми впровадження цифрових технологій у вітчизняній освіті і науці; обґрунтовує пріоритети, технологічні принципи побудови інформаційно-освітнього середовища; визначає пріоритетні заходи для цифрової трансформації суспільства, а саме: впровадження на державному рівні процедур забезпечення необхідних рівнів досконалості електронних освітніх ресурсів; розроблення стандартів цифрових компетентностей суб'єктів освітнього процесу; розроблення та впровадження програми підвищення обізнаності громадян з питань кібербезпеки; створення технологічної інфраструктури закладів освіти на основі хмарних технологій та ін.

У роботі [63] описано найбільш доцільні шляхи застосування компонентів «Європейської хмари відкритої науки» в освітньому процесі: гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною властивістю для організації навчального процесу як установи, так і окремих її структурних підрозділів; можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків; одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля співпраці (колаборації).

Шишкіна М.П. у публікації [96] розглядає особливості формування віртуальних систем відкритої науки у закладах вищої освіти, що є суттєвою передумовою підготовки ІКТ-компетентних фахівців, здатних до активного,

науково обґрунтованого застосування сучасних ІКТ у своїй професійній діяльності. Встановлено, що завдяки залученню в освітній процес закладів освіти засобів і сервісів науково-освітніх хмаро орієнтованих платформ, вдається досягти позитивних змін у здійсненні навчальної і наукової діяльності, поліпшенні її якісних і кількісних показників, застосуванні нових форм і моделей її організації, що позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності. Узагальнено досвід використання відкритих хмаро орієнтованих систем відкритої науки для спільної роботи; підтримування комунікації; адаптивного управління контентом; створення і використання електронних освітніх ресурсів та ін. [96].

У колективному дослідженні [100] описано перспективи та сучасні європейські тенденції використання хмарних сервісів у системах відкритої науки; визначено можливості застосування хмарного сервісу Office 365 для експериментальної діяльності; представлено досвід впровадження окремих сервісів хмаро орієнтованого середовища у роботі наукової установи. Застосування хмарних сервісів сприяє побудові більш зручних, масштабованих систем організації доступу до електронних ресурсів для освітніх цілей і проведення наукових досліджень, покращуються умови для колективної роботи з програмними додатками зі зняттям географічних і часових обмежень, таким чином відбувається реалізація принципів відкритої науки та освіти.

Рябова З.В. та Єльнікова Г.В. умовно розділяють виклики, що наразі спонукають до стрімкого розвитку системи освіти та її цифровізації, на зовнішні та внутрішні. Зовнішні вміщують в себе: 1) глобальний перехід освіти в online формат та модернізацію стратегічних цілей освіти в умовах цифровізації; 2) розбудова системи якості освіти як внутрішньої, так і зовнішньої й необхідність її цифрового забезпечення. Окреслене передбачає розроблення й опанування новими цифровими технологіями організації освітнього процесу, що й визначає сутність пролонгованого професійного зростання фахівця. Отже, в сучасних умовах провідним попитом у системі підвищення кваліфікації фахівців є розвиток гнучких навичок «Soft skills», які забезпечують високу продуктивність та результативність професійної діяльності [88].

У дослідженні [88] уточнено структуру професійної компетентності педагогів: спроможність особистості педагога до ефективної педагогічної діяльності з використанням цифрових сервісів; цифрові навички (використання Zoom, BigBlueButton (Open Source Web Conferencing), Google Meet тощо для організацій освітнього процесу й поширення інформації про навчальний контент у режимі реального часу); навички успішності професійної діяльності на основі проектного типу мислення як в реальному, так і в цифровому просторі. Вчені підкреслюють, що провідною навичкою стає опитування здобувачів освіти із застосуванням різних Інтернет-конструкторів для складання тестів перевірки навчального контенту та зворотного зв'язку.

Окрім активного обговорення та пасивної участі у різних наукових заходах (конференціях, вебінарах, семінарах, тренінгах, майстер-класах) вчитель може бути ініціатором власних вебзаходів, організаторами яких можуть бути декілька вчителів, метою яких є обмін накопиченим педагогічним досвідом та

обговорення ключових тенденцій розвитку, досягнень та відкриттів педагогічної науки та практики. «Модель сучасного вчителя передбачає готовність до застосування нових педагогічних ідей, здатність безперервно навчатися та розвиватися, бути у постійному творчому пошуку та самовдосконалюватись». А забезпечити цю потребу може прогресивний та ефективний інструмент самоосвіти – ІКТ, що дозволяють зекономити час, є зручними для використання [46].

Погоджуємося із зазначеним у роботі [60], про те, що «Впровадження 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 головних викликів суспільства, а також вдосконалення процесу навчання і професійного розвитку вчителів. Відкрита інноваційна практика, що базується на використанні відкритих наукових результатів для впровадження інновацій у сфері освіти за межами закладів освіти». Також, у публікації [60] описано загальні принципи формування хмаро орієнтованих систем, а саме: індивідуалізації, варіативності, інтерактивності, інтеграції та надійності. Специфічними підходами до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки є такі: часовий, інтеграційний, науковий, особистісно-орієнтований та проектувальний.

Мар'єнко М.В. у власному дослідженні зазначає, що «існує взаємозв'язок між відкритою наукою та відкритою освітою, що цілі та принципи відкритої науки можна впровадити в закладах вищої освіти». Також, дослідниця вказує на те, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки майже не використовуються в закладах вищої освіти та на курсах підвищення кваліфікації вчителів. Тобто існують проблеми з використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки через недостатню їх розробленість. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів має включати такі засоби навчання, щоб охопити різні потреби вчителів залежно від форми та навчальних предметів. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання майбутніх вчителів містить наступні компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний. Використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки в рамках шкільних предметів сприяє урізноманітненню освітнього процесу та призведе до підвищення його науковості [60].

Литвиною С.Г. у публікації [46] досліджено проблему застосування сервісів хмаро орієнтованих систем для професійного розвитку вчителів ліцеїв, як нового типу закладу освіти. «Специфіка ліцеїв, зокрема природничо-математичних, фізико-математичних, медичних, хіміко-технологічних та ін. потребує додаткових сервісів для демонстрації процесів живої та неживої природи. Для вирішення цієї проблеми вчителі ліцеїв можуть використовувати комп'ютерне моделювання та сервіси хмари відкритої науки». До прикладу, надання вчителям доступ до хмаро орієнтованого середовища AiiDA, де є можливість запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Вчителю надається низка додаткових сервісів: записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам

та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними лекторами. Використавши веб-додаток 3DBIONOTES-WS можливо здійснити демонстрацію дослідження вчених в онлайновому режимі та показати перебіг різних дослідження й отримані результати. Також, дослідницею запропоновано здійснювати добір засобів і сервісів за категоріями, що охоплюють весь спектр освітньої діяльності вчителя та використовувати інноваційні підходи та технології такі, як сервіси хмари відкритої науки та системи комп'ютерного моделювання [46].

До прикладу, опишемо позитивний досвід шведської організації «VA (Public & Science)» щодо впровадження інструментів відкритої науки для суспільства і шкільної освіти. VA (Public & Science) – це шведська неприбуткова організація (заснована у 2002 р.). Членами VA є 90 організацій (університети, органи влади, асоціацій та компаній). Організація VA бере участь у проектах із спільно з європейськими партнерами та установами та є членом ECSA (European Citizen Science Association), ECSITE (Європейська мережа наукових центрів та музеїв) та EUSEA (European Science Engagement Association). На сайті «VA (Public & Science)» зазначено, що «Відкрита наука – це зробити дослідження більш доступним та прозорим для інших дослідників та широкого суспільства». VA організовує багато заходів та заходів, спрямованих на стимулювання діалогу між дослідниками та громадськістю новими способами. Це шведський національний координатор щорічного європейського наукового фестивалю «Європейська ніч дослідників». В рамках «Європейської ночі дослідників» VA також проводить Гран-прі дослідників, конкурс наукових комунікацій для дослідників та масові експерименти в школах, які залучають учнів до реальних досліджень. Діяльність включає також конференції, наукові кафе та вебінари для вчених. Сюди входить щорічний барометр VA щодо загального ставлення шведської громадськості до науки та дослідників [102].

Організація VA бере активну участь у проектах, що сприяють впровадженню парадигми відкритої науки, а саме: «Європейська ніч дослідників» – проводиться щорічний науковий проект в рамках фестивалю науки ForskarFredag, за яким громадськість та учнів зі шкіл по всій Швеції запрошуються взяти участь у реальних дослідженнях; ЄС – Громадянин. Наука – розробка європейської платформи для громадянської науки; ARCS – наука про громадян для всіх – розробка шведського веб-порталу для науки про громадян; Відкрита наука ORION – зробити дослідження в галузі наук про життя та біомедицину більш відкритими та включити більше соціальних перспектив у процес дослідження; Інструменти RRI – за цим проектом було розроблено набір інструментів для підтримки відповідальних досліджень та інновацій; SciShops; Відкриті наукові семінари – семінари з відкритої науки для університетів Швеції [102].

У роботі [67] розглянуто сервіс відкритого доступу arXiv, описано основи роботи з даним сервісом та особливості його використання для освітніх цілей. Сервіси спільної роботи над навчальними проектами теж можна вважати сервісами відкритої науки, оскільки більшість з них мають інструментарій для подальшого, публічного оприлюднення отриманих результатів. Також, наведено

огляд месенджера Discord (в якому є інструментарій задля створення відкритих спільнот (серверів) з метою подальшого приєднання будь-якого користувача), що останнім часом претендує на використання в хмаро орієнтованих системах, містить інструменти, які є хмарними та легко інтегрується з іншими сервісами завдяки відкритому коду.

Погоджуємося з тим, що «... багато відкритих наукових інструментів можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями, щоб викрити всі аспекти дослідницького процесу та полегшити впровадження практичних розробок в галузі освіти та педагогіки». Співпраця, можливо призведе до того, що новий програмний продукт створюватиметься шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів та установ (навчальних та наукових). Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем призведе до якісної зміни навчального процесу та професійного розвитку вчителів, що в свою чергу модернізує в шкільній практиці засоби та методи [60].

Проте існують соціокультурні, технічні та інституційні проблеми сприйняття відкритої науки, включаючи практичні підходи для подолання цих перешкод у програмах підготовки та курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників [60].

У дослідженні [63] наголошено, що розглядаючи різні хмаро орієнтовані системи з точки зору відкритої науки, не всі вони відповідають основним принципам відкритої науки. Це мають бути хмарні сервіси, що розміщені на одній платформі та є загальнодоступними, безкоштовними у використанні і містити контент, що є відкритим для інших користувачів. Попри це, попередня реєстрація в хмаро орієнтованій системі не обов'язкова.

Завдяки ширшому залученню у процес наукових досліджень засобів і сервісів науково-освітніх мереж, зокрема хмаро орієнтованих, а також різних типів корпоративних хмарних сервісів вдається досягти позитивних змін у здійсненні цієї діяльності, поліпшенні її якісних і кількісних показників, застосуванні нових форм і моделей її організації, що позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності [96].

Проаналізуємо детальніше основні напрями застосування хмаро орієнтованих технологій відкритої науки для професійного розвитку вчителів. У публікації [88] визначено чотири блоки навичок успішної професійної діяльності: 1) методи мислення (критичне мислення, креативність, проектний тип мислення, самостійне ухвалення рішень); 2) засоби праці (вільне володіння цифровими технологіями); 3) методи роботи (колаборативність та креативність); 4) блок навичок, що потрібні для успішної життєдіяльності (професійна діяльність, громадянська позиція, особиста й соціальна відповідальність).

З метою забезпечення розвитку цифрових навичок потребують модернізації змістові складові освітніх програм закладу освіти на цифровій проектноорієнтованій основі, що сприятиме кращому формуванню у фахівців м'яких навичок. Саме такий підхід забезпечить фахівцям, які завершать відповідний курс підвищення кваліфікації, спроможність отримання нових компетенцій з одночасним набуттям необхідних компетентностей (зокрема, цифрових) для ефективного виконання власних посадових обов'язків [88].

Для часткового вирішення описаних вище проблем щодо підвищення кваліфікації педагогічних працівників в умовах цифрової трансформації є створено низку електронних освітніх курсів, що спрямовані на формування навичок «Hard skills і Soft skills так і Digitalskills». До прикладу, це курс «Управління закладом освіти як проектноорієнтованою організацією», що спрямований на формування професійної компетентності управлінця закладу освіти. «Опановуючи зміст курсу, слухачі набувають уміння використовувати цифрові технології в професійній діяльності для вирішення питань надання якісних освітніх послуг закладом освіти. Це і проведення заходів (наприклад, навчальних занять, нарад, консультацій тощо) цифровими засобами, це і створення е-опитування (проведення голосування) визначення результативності навчання або стану виконання рішень за допомогою електронних таблиць та форм та ін.» [88].

Наразі, щоб переорієнтувати акцент від загальноприйнятого підходу до подальшого вдосконалення освіти, результати навчання можуть виступати засобом для вимірювання навчальної здатності учнів. Вчителі природничо-математичних предметів, що в подальшому будуть працювати в наукових ліцеях, мають орієнтуватись на самостійно-пізнавальну діяльність ліцеїстів, оскільки ця діяльність відмінна від самостійної роботи. Самостійно-пізнавальна діяльність можлива не лише на занятті, але й дистанційно та може бути зорієнтована на самостійну підготовку до наступного заняття. Тому, в хмаро орієнтованій системі слід передбачити використання як окремих форм роботи: групових, індивідуальних, фронтальних, так і їх поєднання. Зрозуміло, що використання подібної системи призведе до зміни мети та змісту традиційного навчання [62].

Під час створення хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї варто враховувати такі її складники: по-перше – основу для застосувань знань з математики, техніки, інформатичних та гуманітарних наук, сучасних інструментів для успішного проектування, розробки та обслуговування комп'ютерних систем та динамічних процесів для досягнення педагогічних завдань вчителів та навчальних для учнів; по-друге – спеціальний інструментарій як результат впливу технологій на суспільство, що допоможе з пошуком розв'язку сучасних, педагогічних проблем вчителів природничо-математичних предметів. Даний інструментарій має задовольняти потребу вчителів у навчанні протягом усього життя; по-третє – застосування хмарних сервісів допоможе вчителям брати дистанційну участь у командно-орієнтованих, відкритих заходах, які готують їх до роботи в інтегрованому цифровому середовищі; по-четверте – сприяння у розвитку педагогічної кар'єри вчителів, науково-дослідних розробках та привнесення практичної цінності наукових досліджень (як вчителів так і ліцеїстів). Тому, вчителям варто навчитися використанню розподілених обчислень та хмарних сервісів, щоб успішно підготуватись до роботи в наукових ліцеях [62].

У роботі [9] описано структуру дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», визначено його завдання, знання і вміння, які опановує учасник курсу по його успішному завершенню. У результаті вивчення даного дистанційного курсу учасник повинен: 1) *знати* (означення понять:

відкрита наука, сервіс, хмарний сервіс, система; основні переваги використання хмарних сервісів; етапи наукового дослідження; спеціалізовані хмарні сервіси (як засіб впровадження відкритої науки) та їх різновиди; сервіси спільного опрацювання даних; сервіси спільної роботи над навчальними проєктами; сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи; структуру хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів; етапи створення проєкту в хмарі відкритої науки; 2) *уміти*: аналізувати, оцінювати та обирати ІКТ для кожного етапу дослідження; використовувати сервіси відкритого доступу до наукових матеріалів та здійснювати пошук наукових публікацій; володіти основами роботи зі спеціалізованим хмарним сервісом; застосовувати сервіси відеоконференцій для організації спільної роботи; розробляти власний проєкт з використанням інструментарію хмари відкритої науки; додавати окремі сервіси до проєкту хмари відкритої науки. Також, у публікації [9] представлено процентний розподіл використання спеціалізованих хмарних сервісів учителями в залежності від типу уроків. З метою з'ясування стану сформованості компетентностей відкритої науки та оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, виконувались констатувальні зрізи наступних складників: навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички та досвід щодо даних досліджень управління, аналізу/використання/повторного використання, розповсюдження. Зроблено висновок, що застосування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї сприяло підвищенню окремих компонентів компетентностей відкритої науки в освітян [9]. Для проходження даного курсу і отримання відповідного сертифікату можливо звернутися до його розробників і реалізаторів, а саме це Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України та Державний університет «Житомирська політехніка».

Отже, на підставі аналізу наукової літератури [9; 46; 53; 63; 64; 78; 100] та власного досвіду [28] розглянуто особливості застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки і зроблено візуалізацію основних напрямів застосування даних сервісів педагогічними працівниками (рис. 9.7).

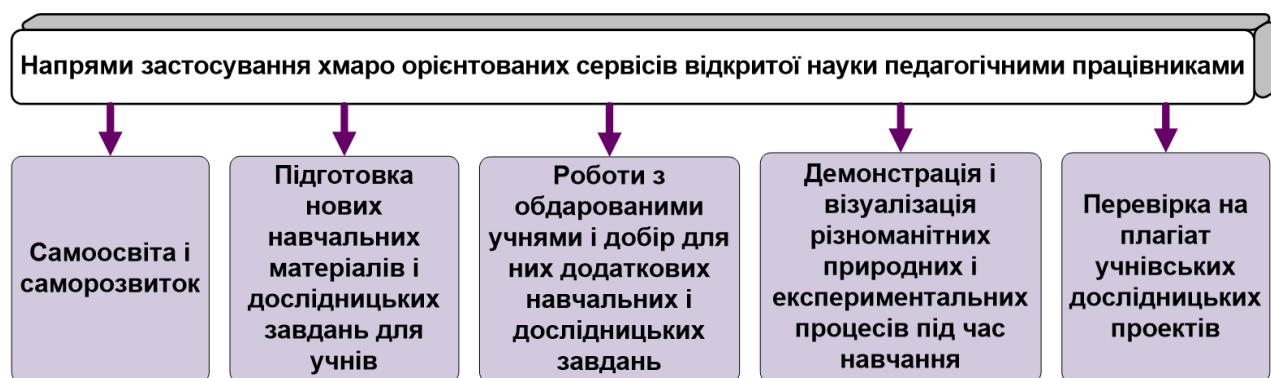


Рис. 9.7. Напрями застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками

Здійснивши аналіз наукових джерел та практичного досвіду було зроблено кілька узагальнень та підготовлено рекомендації щодо напрямів застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками:

1. *Для самоосвіти і саморозвитку педагогічних працівників* (оскільки їх застосування забезпечує відкритий доступ до результатів наукових досліджень, сприяють пришвидшенню виконання досліджень та обміну досвідом, допомагають в реалізації спільних ініціатив, наукової комунікації і міжнародній співпраці та ін.)

2. *Для підготовки нових навчальних матеріалів і дослідницьких завдань для учнів* (їх застосування забезпечує осучаснення навчальних матеріалів і дослідницьких завдань та ознайомлення і актуальними науковими дослідженнями та їх результатами, що проводяться в усьому світі).

3. *Для роботи з обдарованими дітьми і добір для них додаткових навчальних і дослідницьких завдань.* З метою підготовки учнів для участі в різних олімпіадах і змаганнях.

4. *Для демонстрації і візуалізації різноманітних природних і експериментальних процесів* під час освітнього процесу (показ таких відео і фото сприяє актуалізації та кращому засвоєнню навчального матеріалу).

5. *Для перевірки на плагіат учнівських дослідницьких проектів.*

Проведене дослідження дає підстави зробити висновок, щодо важливості застосування принципів та інструментів відкритої освіти і науки для підвищення кваліфікації педагогічних працівників, адже в умовах глобальної цифровізації та карантинних обмежень викликаних хворобою COVID-19 саме на них покладена важливе суспільне завдання – не переривати освітній процес у закладах загальної середньої освіти, адже діти мають отримувати знання і здобувати освіту не зважаючи на суспільні обставини.

9.4. Використання сервісів відкритої науки для вдосконалення дистанційної, комбінованої та сімейної форм навчання у ЗЗСО

Сучасний світ науки та освіти надає різноманітні можливості завдяки наявності сервісів відкритої науки та новаторським підходам до навчання. Учні можуть опанувати певні знання та навички, не обмежуючись територіально, завдяки віддаленим формам навчання.

Розглянемо загальні характеристики, переваги та перешкоди під час організації дистанційного, комбінованого та сімейного навчання в закладах загальної середньої освіти.

Дистанційне навчання – це освітній підхід, при якому навчальний процес відбувається на відстані, зазвичай за допомогою інтернету та інших технологій зв'язку. В рамках дистанційного навчання школярі можуть отримувати інструкції, матеріали та спілкуватися з учителями та однокласниками/однокласницями без необхідності фізично відвідувати заклад освіти. Цей підхід може бути організований різними способами, що включає електронні платформи для навчання, вебінари, онлайн-курси, відеолекції тощо.

З загальними принципами, інструментами організації дистанційного навчання можна ознайомитися в методичних рекомендаціях від МОН України (<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf>).

Суб'єкти освітньої діяльності отримують доступ до навчальних матеріалів (текстових документів, відео, презентацій, тестів, завдань та ін.), які розміщені на електронних платформах або викладені у глобальну мережу інтернет. Взаємодія між учасниками процесу відбувається в основному через онлайн платформи для навчання, електронну пошту, форуми, онлайн-чати, месенджери та інші засоби комунікації. Для якісної організації дистанційного навчання потрібен доступ до програмно-апаратних засобів та стабільне підключення до інтернету. Школярі та їх батьки можуть обирати заклади освіти, у яких впроваджена ця форма навчання.

Окрім зазначених особливостей існують й виклики дистанційного навчання. Освітній процес не обмежується лише передачею знань, а також включає формування соціальних навичок, розвиток спілкування та взаємодії з іншими людьми, побудову стосунків та засвоєння цінних норм та поведінкових стандартів. Заклади освіти займають важливе місце у соціалізації особистості, тому відсутність особистого спілкування та взаємодії з учителями та іншими учнями/ученицями може призводити до втрати соціального досвіду у певний період життя. Також, дане навчання потребує самодисципліни та організованості, що інколи важко реалізувати у зв'язку з віковими особливостями (наприклад, у школярів/школярок молодшого віку, що пов'язано з психологічними аспектами відповідного віку). Ще одним впливовим фактором є наявність цифрових засобів, програмного забезпечення та підключення до WI-FI та мобільного інтернету.

Хоча дистанційне навчання може мати свої переваги, але при цьому важливо забезпечувати належний рівень контролю дисципліни, соціальної взаємодії, спілкування в контексті освіти. Деякі освітні інститути намагаються зберегти цей аспект через використання онлайн-форумів, віртуальних групових простів та інших інтерактивних інструментів.

Комбіноване, а також в літературі використовуються позначення як змішане або гібридне навчання, може бути ефективним способом збалансування переваг традиційного та дистанційного навчання, забезпечуючи більш індивідуалізований та гнучкий підхід до освіти. Комбіноване навчання характеризується поєднанням в різних пропорціях офлайн та онлайн часу у залежності від віку та обставин школярів та школярок.

Комбіноване навчання дозволяє інколи мати гнучкий розклад, поєднуючи перебування в закладі освіти з онлайн-компонентами, дає змогу використовувати різноманітні методи та ресурси для навчання, спільної роботи самостійно та в групах, як у школі, так і під час онлайн навчання. Сприяє збільшенню взаємодії між здобувачами/здобувачками освіти та викладачами через обговорення, групові проєкти у мережі та під час очного уроку. Одним з головних аспектів організації комбінованого навчання – це зменшення навантаження на фізичний навчальний простір закладу освіти та забезпечення більш раціонального використання ресурсів.

Для успішного комбінованого навчання потрібен доступ до цифрових технологій, тому технічні ускладнення чи обмежений доступ до інтернету можуть стати перешкодою. Як і у випадку організації дистанційного навчання, змішаний формат вимагає самодисципліни учнів та учениць, також певним викликом може стати недостатність зворотного зв'язку від учителів та інколи низька мотивація, що пов'язана з онлайн-навчанням.

Важливим елементом ефективної організації є розробка системи оцінювання з врахуванням різного характеру викладання в офлайн та онлайн умовах. Необхідність стимулювання до активної діяльності учнів та учениць, як у закладі освіти, так і поза його межами.

Наприклад, обрання сімейної форми навчання в ЗЗСО – це доступний та зручний варіант для батьків та дітей, які не відвідують заклади освіти й віддають перевагу індивідуальному підходу у навчанні. Дане навчання дає змогу працювати над опрацюванням матеріалів власним темпом, враховуючи індивідуальні потреби та рівень володіння матеріалом.

Сімейна форма навчання (домашнє навчання) – це освітній підхід, при якому діти здобувають освіту вдома під керівництвом батьків або інших опікунів, замість відвідування традиційних шкіл. Цей підхід може бути обраний з різних причин, особливого поширення в українських закладах освіти він здобув, починаючи з 2022 року і також має свої переваги та виклики.

Під час зазначеного формату, діти отримують індивідуальний підхід до навчання, що дозволяє більш ефективно враховувати їхні особисті потреби, інтереси та темп навчання. Відрізняється гнучкістю у плануванні розкладу, графіку навчальних активностей. Завдяки сімейному навчанні є можливість уникати соціальних і фізичних ризиків, які можуть існувати у традиційних школах.

При цьому діти можуть втрачати можливості для соціальної взаємодії та спілкування з однолітками, що може вплинути на їхні соціальні навички. Велика відповідальність лягає на батьків та близьких, оскільки вони повинні мати достатні знання та навички, щоб надати якісну освіту своїм дітям. Навчання в домашніх умовах вимагає встановлення чіткої структури опрацювання завдань та дисципліни.

Сімейна форма навчання – це важливий варіант для батьків та дітей, які віддають перевагу більш індивідуальному підходу до освіти. Важливо планувати та забезпечити всі необхідні умови для успішного навчання в цьому форматі.

За даними Міністерства освіти і науки України для дітей, що перебувають за кордоном, передбачені наступні зміни (<https://mon.gov.ua/ua/news/novij-navchalnij-rik-vikliki-plani-rishennya>):

- нова освітня програма в українській школі (вивчають лише український компонент для уникнення подвійного навантаження, але збереження зв'язку з державою – 6-8 годин на тиждень);
- спрощена система перезарахування решти навчальних дисциплін;
- розроблена спеціальна навчальна програма «Global Ukraine»;
- нова форма навчання для дітей за кордоном лише у вибраних дистанційних школах в кожній області.

Загалом дистанційне, комбіноване, сімейне форми навчання вимагають особливої підготовки викладацького складу, наявності програмно-апаратних засобів та стабільного підключення до інтернету усіх учасників освітнього процесу, а також підвищується роль участі батьків при зазначених формах організації освітнього процесу.

Для успішної реалізації вищезазначених форм навчання необхідною умовою є доступ до цифрових платформ та сервісів навчання та інструментів. Існують різного призначення платформи, а саме для створення, управління та використання матеріалів для навчання на віддаленій основі. Вибір конкретної платформи/інструменту залежить від потреб учителів під час виконання поставлених цілей. В нагоді можуть стати сервіси відкритої науки для навчання та викладання, які сприяють принципам відкритої науки в освітніх контекстах.

Використанню сервісів відкритої науки в закладах освіти присвячені роботи багатьох українських та закордонних вчених. В роботі [85] здійснено аналіз можливостей та обґрунтовано доцільність використання та впровадження хмарних сервісів опрацювання даних у діяльність науковця та підрозділу науково-дослідної або освітньої установи, окреслено перспективи та сучасні європейські тенденції використання хмарних сервісів у системах відкрито.

Опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів із наведенням складників відображено в роботі [58].

Також Україна у 2022 році приєдналася до країн ЄС, які мають затверджений план щодо відкритої науки, одним з результатів стане прискорення обігу наукової інформації та забезпечення доступу до актуальної наукової інформації без будь-якої дискримінації (<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-natsionalnoho-planu-shchodo-vidkrytoi-nauky-892-081022>).

Однією з можливостей є Європейська Хмара Відкритих Наук (EOSC) – це ініціатива, яка створена для надання допомоги у впровадженні та розвитку відкритої науки в Європі. EOSC є ключовою частиною науково-дослідницької ініціативи та має на меті забезпечити відкритий, безперешкодний доступ до європейських наукових даних, результатів досліджень та ресурсів для всіх зацікавлених сторін, включаючи учителів та учнів. EOSC об'єднує різноманітні дослідницькі ресурси, включно з даними, послугами та інструментами, з різних доменів і сховищ, що робить їх легкодоступними та доступними для користувачів. EOSC сприяє міждисциплінарному співробітництву, об'єднуючи дослідників з різних дисциплін і надаючи платформу для обміну знаннями та співпраці. На платформі представлено понад 3 мільйони дослідницьких та інноваційних інструментів і послуг.

Сервіси відкритої науки також дозволяють впроваджувати інтерактивні методи навчання. Вони створюють умови для співпраці учнів, викладачів і дослідників з різних країн та інституцій. Учні можуть взяти участь у проєктах, де будуть співпрацювати зі спеціалістами з усього світу, обмінюватися досвідом та розвивати креативні навички. Матеріали, які створюються для розміщення на сервісах відкритої науки, можуть бути легко доступними для всіх бажаючих. Це дозволяє вчителям з усього світу використовувати якісні навчальні матеріали без обмежень.



Рис. 9.8. Інтерфейс сторінки EOSC з розподілом ресурсів за науковим пошуком (переклад українською мовою) (<https://eosc-portal.eu/>)

Удосконалення форм навчання через сервіси відкритої науки також допомагає відкрити нові можливості для дистанційного, змішаного та сімейного навчання. Учні можуть вивчати матеріали та отримувати знання, знаходячись вдома або на робочих місцях. Це особливо актуально в сучасних умовах, коли велика частина освітнього процесу здійснюється в онлайн-форматі.

Учителі можуть пропонувати своїм учням обрати матеріали (уроки, курси, відео) для опанування за певними дисциплінами та темами на платформі, тим самим забезпечуючи зацікавленість до навчання завдяки наочній візуалізації. Також можна запропонувати подібні ресурси та надати можливість самостійного вибору, що передуватиме індивідуальному підходу до навчання, де учні можуть вибирати різноманітні ресурси та матеріали, які їх цікавлять найбільше. Завдяки цьому освітній процес ставатиме цікавішим, адже кожен учень може обирати навчальні матеріали, які відповідають його особистим інтересам та потребам. Додатково до того, наочна візуалізація матеріалів, таких як відеоуроки та інтерактивні симуляції, допоможуть учням краще розуміти складні концепції та запам'ятати інформацію. Цей підхід до навчання також спонукатиме розвиток самостійності та вільного вибору. Учні вчитимуться обирати матеріали, планувати свій навчальний процес та виконувати завдання самостійно, що сприятиме їхньому особистому розвитку та готовності до викликів сучасного світу.

Розглянемо платформи з відкритим доступом до навчальних матеріалів, які можуть бути рекомендовані учителями для додаткового використання учнями різної вікової категорії, що перебувають на сімейному навчанні, або проходять навчання дистанційно чи у комбінованому форматі.

- Всеукраїнська школа онлайн (<https://lms.e-school.net.ua/>) – платформа для дистанційного та змішаного навчання учнів 5-11 класів та методичної підтримки вчителів. На платформі доступні відеоуроки, тести та навчальні матеріали для самостійної роботи з 18 ключових дисциплін. Завдання у представлених конспектах до уроків містять й елементи наукового пошуку, що сприяє розвитку критичного мислення та дослідницьких навичок учнів.

- Khan Academy (<https://uk.khanacademy.org/>) – це платформа, яка пропонує навчальні відео, вправи та тести з математики, науки, історії та багатьох інших предметів для школярів, які допомагають учням опрацьовувати навчальний матеріал. Це дозволяє школярам отримати освітній контент.

- National Geographic Kids (<https://kids.nationalgeographic.com/>) – це особлива лінія ресурсів, призначених для дітей та підлітків, які цікавляться природою, географією та дослідницькими пригодами. Сайт містить цікаві статті, розповіді та історії, які можуть надихнути дітей на дослідження світу, вивчення історії та пізнання культури й географічних особливостей різних країн. Ресурс акцентує увагу на важливості дбайливого ставлення до природи та довкілля, надихаючи молоде покоління берегти навколишнє середовище.

- Google Arts & Culture (<https://artsandculture.google.com/>) – платформа, що дозволяє учням досліджувати мистецтво, культуру та історію через онлайн-виставки та інтерактивні експозиції. Платформа також використовує технологію доповненої реальності (AR), що дозволяє користувачам перетворити свої пристрої у віртуальні екскурсоводи та дослідницькі інструменти. Надається можливість вивчати культурну спадщину світу, незалежно від місця перебування учнів.

- PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>) пропонує інтерактивні симуляції з фізики, хімії, біології та інших наук, що допомагають учням краще зрозуміти складні наукові концепції шляхом власного дослідження. Інтерактивне моделювання PhET допомагає учням краще зрозуміти складні наукові концепції, експериментуючи та взаємодіючи з віртуальними моделями. Ця платформа є корисним інструментом для навчання науці та підвищення наукової грамотності.

- Edera (<https://ed-era.com/course/for-students/>) – платформа з онлайн-навчання, яка пропонує до розгляду матеріали для школярів початкової, середньої або старшої школи. Основною метою курсів для школярів на edera є надання учням можливості вивчати предмети, що цікавлять їх найбільше, в форматі онлайн. Процес навчання на edera базується на інтерактивних уроках, відеоуроках, вирішенні завдань, а також тестуванні для оцінки рівня засвоєння матеріалу.

На сьогоднішній день існує розмаїття платформ з відкритим доступом до навчальних матеріалів, що є цінним ресурсом для вчителів та учнів різних вікових категорій. Вони дають можливість розширити знання та поглибити вивчення різних предметів. Доступ до відкритої науки може надихати учнів та вчителів на розробку нових інноваційних проєктів та досліджень.

Виокремлені сервіси відкритої науки відкривають нові можливості для вдосконалення навчання. Вони сприяють доступності наукового контенту, підтримують інноваційні методи навчання та допомагають зробити освіту більш доступною для всіх бажаючих.

9.5. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки із використанням хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки

Наразі молоді вчителі з самого початку змушені займатися самоосвітою, щоб бути спроможними зацікавити учнів власними навчальними предметами. Вченими визначено, що самоосвітня діяльність вчителя включає в себе: науково-дослідницьку роботу щодо опанування індивідуальною науково-методичною проблемною темою; аналіз наукової та методичної літератури; вивчення практичного досвіду своїх колег та ін.

Сутність самоосвіти полягає у тому, що вчитель здобуває знання з різноманітних джерел та використовує їх у професійній діяльності. Принцип безперервності самоосвіти виявляється у трьох напрямках: теоретичній підготовці за фахом, практичному удосконаленні методів навчання й виховання учнів, вивченні результатів свого психологічного впливу на учнів. Тому можна визначити такі вимоги до організації самоосвіти педагогів: здобуття нових наукових і методичних знань та практичних навичок; неперервність; забезпечення застосування педагогом набутих професійних знань у практичній діяльності [41].

Самоосвітня діяльність наразі, є доступною, відкритою, може здійснюватися за допомогою різноманітних засобів, інструментів. Розповсюдженим варіантом набуття та вдосконалення власних знань є онлайн-платформи, участь у вебінарах, онлайн-конференціях та ін. [39].

Рябова З.В., Єльнікова Г.В. [88] зазначають, що «... провідним попитом у системі підвищення кваліфікації фахівців є розвиток гнучких навичок фахівця «Soft skills», які за своєю сутністю є сукупністю неспеціальних навичок і забезпечують високу продуктивність та результативність професійної діяльності». Також, провідною навичкою стає опитування здобувачів освіти із застосуванням різних Інтернет-конструкторів для складання тестів перевірки навчального контенту та зворотного зв'язку. Цифрова компетентність педагога базується на його когнітивних, соціальних та емоційних складових і враховує його життя в цифровому середовищі. З метою забезпечення конструктивного діалогу учасників освітнього процесу необхідно поєднувати як традиційні форми online навчання (платформи в мережі Інтернет), так і новітні (мобільні месенджери), зокрема платформи для конференцій в реальному часі та мобільні месенджери для оперативного обміну інформацією. Запропоновано використання безкоштовної платформи LearningApps.org, яка підтримує процес навчання та викладання й має конструктор тестів. Розглядаються етапи

моніторингу якості надання освітніх послуг та використання хмарних технологій для розрахунку й визначення ефективності освітньої діяльності [88].

У дослідженні [59] наголошено, що під час формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї слід враховувати, що вона має включати: основу для застосувань знань з математики, комп'ютерних, інформатичних та гуманітарних наук, техніки, сучасних інструментів для успішного проектування, розробки та обслуговування комп'ютерних систем та динамічних процесів для досягнення педагогічних завдань вчителів та навчальних для учнів; специфічний інструментарій як результат впливу технологій на суспільство, що допоможе з пошуком розв'язку сучасних, педагогічних проблем вчителів природничо-математичних предметів; хмарні сервіси допоможуть вчителям брати дистанційну участь у командно-орієнтованих, відкритих заходах, які готують їх до роботи в інтегрованому інформаційному середовищі та призведуть до ефективного спілкування, використовуючи сучасні інструменти; забезпечення подальшого успішного шляху у розвитку педагогічної кар'єри вчителів, науково-дослідних розробках [59].

Отже, на підставі аналізу наукової літератури [1; 26; 39; 41; 54; 63; 67; 88] та власного практичного досвіду роботи здійснено узагальнення напрямів самоосвіти вчителя в умовах цифровізації суспільства, що відображено на рис. 9.9.



Рис. 9.9. Напрями самоосвіти вчителя в умовах цифровізації суспільства

Розглянемо детальніше різноманітні цифрові ресурси, що можливо застосовувати педагогічними працівниками для самоосвіти.

Платформа з різноманітними масовими відкритими онлайн-курсами «Prometheus». На даній платформі розміщено відео лекції викладачів провідних університетів України, курси університетів світу, форуми для обговорення, тести з метою перевірки засвоєних знань та сертифікати за всі виконані завдання. «Prometheus» орієнтований на освітян та є зручним у використанні. Навчальні курси розроблені на актуальні теми і для їх вивчення потрібно не більше трьох тижнів. Всі курси знаходяться у безкоштовному онлайн доступі цілодобово, а це дає можливість навчатися у будь-який час з будь-якого пристрою (комп'ютеру, планшету, смартфона) [39].

Освітній проект EdEra з онлайнкурсами, інтерактивними підручниками та освітніми спецпроектами. Матеріали, що розміщені на платформі є

безкоштовними доступними, постійно оновлюються відповідно до останніх досліджень. Студія EdEra дає можливість почути поради та рекомендації українських і закордонних педагогів, лекторів, діячів освіти [39; 41].

Відкритий Університет Майдану (БУМ) містить низку курсів для розвитку педагогічної майстерності вчителів. На платформі Cambridge English Webinars розміщено вебінари з англійської мови, які можуть навчити використовувати нестандартні методи навчання під час уроків. Сайт British Council пропонує багато можливостей для вивчення англійської мови, а також покращення навичок її викладання. Ресурси Khan Academy пропонують лекції, перекладені на 65 мов, у форматі YouTube відео, практичні заняття та методичні матеріали для педагогів. Освітній проект Coursera схожий на Khan Academy, проте особливістю оцінювання знань є те, що домашні завдання оцінюють інші студенти і для отримання сертифікату потрібно сплатити 30-40 доларів. На онлайнплатформі масових відкритих інтерактивних курсів EdX навчання є безкоштовним з отриманням сертифікату [41].

Цікавим є світній проект «На урок» на якому розміщено методичні матеріали для уроків та позакласної роботи, вебінари, статті, конференції, конкурси, олімпіади для освітян. Проект для вчителів різних предметів, адже тут представлено у вільному доступі понад 200 000 розробок уроків і онлайн-тестів, 230 вебінарів для вчителів від інших вчителів та 27 інтернет-конференцій та інтенсивів з різних навчальних дисциплін. Також педагоги мають можливість підвищувати кваліфікацію із отриманням сертифікату, який є платним. Педагогічні працівники наразі мають безмежні можливості для вдосконалення педагогічної майстерності. Мережа інтернет відкриває широкі можливості для самоосвіти сучасного вчителя і використання освітніх онлайн-ресурсів [39].

Під час карантинних обмежень значно зріс інтерес вчителів до додатків для відеоконференцій, сервісів та месенджерів (лише в Україні попит на додатки для відеоконференцій зріс в 5 разів). При цьому найпопулярнішими, згідно з даними GlobalLogic, є: Zoom, Microsoft Teams та Google Hangouts [67].

У документі «Відкриті інновації, Відкрита наука, Відкритість до світу – візія для Європи» [150] описано кілька інструментів відкритої науки, які можуть використовувати педагогічні працівники для самоосвіти: Academia.edu, Research Gate, Mendeley, Figshare, F1000Research. Також, інструменти (сервіси) відкритої науки розглянуто у дослідженні [67] зазначено, що дослідники забезпечують відкритий доступ до своїх матеріалів, розміщуючи їх у відкритому доступі. Сервіси для зберігання подібних матеріалів є безкоштовними та відкритими як для публікацій авторів так і для читачів. Для різних галузей науки є різні сервіси відкритого доступу: bioRxiv (біологічні науки); arXiv (фізико-математичні науки), EconStor (економічні науки), CERN document server (фізика). До прикладу, архів відкритого доступу arXiv є сервісом для оприлюднення наукових матеріалів з фізики, математики, біології, економіки, комп'ютерних наук. У arXiv є автоматизований пошук: за автором, назвою, ключовими словами.

Для демонстрації процесів живої та неживої природи вчителі можуть скористатися можливостями комп'ютерного моделювання та сервісами хмари відкритої науки, зокрема Європейська хмара відкритої науки (EOSC) [46].

EOSC – це віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання, управління, аналізу та повторного використання даних досліджень. Категорії сервісів хмари відкритої науки наступні: мережа, комп'ютери, обмін і доступ, зберігання, управління даними, опрацювання й аналіз, безпека та операції, навчання й підтримка. Класифікація сервісів хмари відкритої науки (за галузями науки): міжпредметні, гуманітарні науки, природничі науки, соціальні науки, медичні науки, техніка та технології та інші. Для того, щоб розпочати роботу з EOSC, потрібна реєстрація на порталі. Отже EOSC – це платформа, яка об'єднає науково-дослідницькі інфраструктури Європи (включаючи електронні інфраструктури, проекти та колективи вчених) у спільний відкритий науковий простір, де кожен дослідник-користувач EOSC (єдина дослідницька інфраструктура, колектив) матиме доступ до: усіх наявних масивів наукових даних, отриманих за державні кошти, з можливістю їх подальшого використання (опрацювання); інформації про весь інструментарій та сервіси дослідницької електронної інфраструктури з можливістю їх безкоштовного використання; інформації про зареєстровану дослідницьку інфраструктуру, про існуючі програми та проекти які вже завершені чи розробляються, з можливістю подальшої співпраці [67; 125].

У дослідженні [67] виокремлено найбільш доцільні шляхи застосування EOSC в освітньому процесі: 1) гнучкість добору окремих її інструментів є зручною властивістю для організації навчального процесу; 2) можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків; 3) одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля подальшої колаборації.

У хмаро орієнтованому середовищі AiiDA вчителі можуть запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Вчителю є низка додаткових сервісів таких, як записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними лекторами. Або веб-додаток 3DBIONOTES-WS, що призначений для додавання біохімічної та біомедичної інформації до структурних моделей вченими з усього світу. Поточні джерела інформації включають посттрансляційні модифікації, геномні варіації, пов'язані із захворюваннями, короткі лінійні мотиви, ділянки імунних епітопів, невпорядковані сімейства доменів тощо. Наприклад, вчитель може продемонструвати учням дослідження вчених Sars-COV-2 в онлайн-режимі засобами комп'ютерного моделювання та показати перебіг дослідження й актуальні результати [46].

Завдяки використанню хмарних технологій в освітньому процесі виникає можливість побудови більш зручних, гнучких, масштабованих систем організації доступу до електронних ресурсів і сервісів, створюються умови для колективної роботи з програмними додатками зі зняттям географічних і часових обмежень, більш широкої реалізації принципів відкритої освіти і науки. До прикладу, потужним інструментом для освітніх цілей є хмарний сервіс Office 365.

Цікавим рішенням є використання месенджера Discord, що є безкоштовним. Використання Discord в навчальному процесі в Україні не нове: на кафедрі комп'ютерних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України використовують даний сервіс для проведення онлайн лекцій. На офіційному сайті «Нової української школи» опубліковано матеріали для організації навчального процесу з використанням месенджера Discord, де представлено його основні можливості та рекомендації з впровадження. На офіційному сайті (<https://discord.com>) окремим пунктом зазначена можливість використання хмари задля збереження матеріалів великого розміру та подальшого використання групою користувачів. Також, наголосимо на інтеграції Discord з хмарним сервісом CoCalc. Подібна інтеграція є вдалою, оскільки розширює можливості використання хмарного сервісу, що і так є досить потужним [67].

CoCalc є хмарним сервісом для виконання математичних обчислень групою користувачів та широкими можливостями організації спільної роботи. Використання в середовищі CoCalc інструментарію Discord розширить спілкування користувачів в межах виконання одного спільного проекту та надає доступ до голосових каналів, можливості демонструвати екран іншим користувачам в реальному часі [67].

Проаналізувавши зазначене вище було виконано узагальнення та здійснено систематизацію інструментів відкритої науки для самоосвіти педагогічних працівників, які згруповано у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

Інструменти відкритої науки для самоосвіти педагогічних працівників

Назва	Призначення
Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC)	віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання, управління, аналізу та повторного використання даних досліджень, що об'єднує існуючі наукові інфраструктури держав-членів ЄС. Платформа містить в своїй структурі як інструменти для спільної роботи, так і спеціальні сервіси для використання в межах окремих галузей науки
arXiv	сервіс для оприлюднення наукових матеріалів з фізики, математики, біології, економіки, комп'ютерних наук, статистики та електротехніки, проте, переважають ресурси з фізико-математичних наук
bioRxiv	сервіс відкритого доступу для оприлюднення наукових матеріалів з біологічних наук
Research Gate	соціальна мережа і наукометрична база, що генерує фактор впливу дослідження для завантажених документів дослідників на основі критеріїв: цитати та кількість завантажень іншими користувачами
Mendeley	довідкова платформа, дозволяє відкрити анотації та генерувати бібліографію
Figshare	цифрове сховище, де дослідники можуть зробити свої результати досліджень доступними для спільного використання (масиви даних, зображення та відео)
F1000Research	це відкрита наукова видавнича платформа для вчених, яка пропонує негайне публікацію матеріалів без упередженості редакції. Відкрита рецензія статей проводиться після публікації з акцентом на наукову

	обґрунтованість, а не новизну або вплив. Всі опубліковані статті мають супроводжуватися даними, на яких ґрунтувалися результати, що має вирішальне значення для повторного аналізу, спроб реплікації та повторного використання даних
Academia.edu	платформа для вчених з метою обміну науковими публікаціями та моніторингу впливу своїх досліджень і відстеження досліджень колег
Google Meet	платформа для відеоконференцв'язку з метою організацій освітнього процесу й поширення інформації про навчальний контент у режимі реального часу
AiiDA	хмароорієнтоване середовище в якому можна запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Учителю також надається низка додаткових сервісів таких, як записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними лекторами
Office 365	хмарний сервіс. Учні й педагоги освітніх установ можуть безкоштовно зареєструватися в Office 365 Education, що включає Word, PowerPoint, Excel, OneNote, Microsoft Teams та додаткові інструменти для навчання
LearningApps	безкоштовна платформа, яка підтримує процес навчання та викладання й має конструктор тестів
Discord	безкоштовний месенджер для проведення онлайн лекцій, є можливість використання хмари задля збереження матеріалів великого розміру та подальшого використання групою користувачів
CoCalc	хмарний сервіс для виконання математичних обчислень групою користувачів та широкими можливостями організації спільної роботи

У публікації [63] вказано «...якщо розглядати хмаро орієнтовані системи з точки зору відкритої науки, то далеко не всі відповідають основним принципам відкритої науки. Це мають бути хмарні сервіси, що розміщені на одній платформі та є загальнодоступними, безкоштовними у використанні і містити контент, що є відкритим для інших користувачів. При цьому попередня реєстрація в хмаро орієнтованій системі не обов'язкова» [63].

Значна кількість інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками і вчителями та полегшити впровадження практичних розробок в освітню галузь. Подібна співпраця має сприяти створенню нових програмних продуктів шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів та установ (наукових та навчальних). Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем спрямоване на покращення якості навчального процесу та професійного розвитку вчителів. Тому варто застосовувати принципи відкритої науки для модернізації освітнього процесу. Також запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес професійного розвитку вчителів призведе до підвищення рівня організації змішаного та дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти [60].

Водночас, в Україні здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Cloud Technologies in Education, CTE), який проводиться починаючи з 2012 р. На даному семінарі представляються кращі вітчизняні і зарубіжні

практики впровадження хмарних технологій в навчальний процес різних рівнів освіти. Також на сайті семінару (<https://cte.ccjournals.eu/cte2021>) можна ознайомитися з науковими публікаціями, які розміщені у збірнику наукових статей.

Отже, для сучасного педагогічного працівника самоосвіта та самовдосконалення є невід'ємною потребою, адже в умовах цифрової трансформації суспільства саме вчителі та інші освітяни відіграють вагомую роль для її ефективного здійснення. Оскільки педагогічні працівники відповідають за формування і підготовку нової особистості – людини нової технологічної ери. А тому, вчителі самі мають досконало оволодіти цифровими технологіями і вміло застосовувати їх для організації освітнього процесу і перевірки знань, умінь та навичок їх учнів. Ефективним інструментом для забезпечення потреби у реалізації самоосвіти педагогічних працівників є цифрові технології, зокрема інструменти відкритої науки і освіти. Застосування окреслених інструментів сприятиме: економії часу та фінансів; швидкому пошуку різноманітних матеріалів; збереженню матеріалів у цифровому форматі для подальшої роботи з ними та використанню; доступу у будь який часовий проміжок; спільній роботі (колаборації з колегами); обміну досвідом тощо [30].

У результаті виконаного аналізу наявних сервісів та інструментів відкритої науки, що можливо використати для самоосвіти та саморозвитку педагогічних працівників, зроблено такі висновки: 1) інструменти відкритої науки є важливим елементом для застосування в освітньому процесі; 2) самоосвітня діяльність педагогічного працівника із застосуванням інструментів відкритої науки забезпечує: відкритий доступ до актуальних результатів наукових досліджень; допомагає в реалізації учнівських дослідницьких проектів; сприяє комунікації, налагодженню міжнародної співпраці та обміну досвідом; підвищенню кваліфікації та розвитку цифрової компетентності та ін. [30]

У результаті аналізу наукової літератури було визначено ключові етапи реалізації професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв, що подані на рис. 9.10 та описані нижче [33].



Рис. 9.10. Етапи реалізації професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв

1-й етап. «Аналіз потреб». Даний етап є початковим етапом щодо проведення аналізу потреб вчителів наукових ліцеїв щодо певних аспектів професійного розвитку. Може бути реалізованим шляхом опитування, співбесід або фокус-груп, щоб з'ясувати, які навички або знання є найбільш важливими для педагогічного персоналу наукового ліцею.

2-й етап. «Планування програми». Полягає в тому, що на основі попереднього аналізу потреб можна розробити план програми професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв. Цей план повинен визначати цілі, зміст і методи навчання, а також орієнтуватися на реальні потреби вчителів та специфіку освітнього процесу в наукових ліцеях.

3-й етап. «Розробка ресурсів». Після складання плану програми потрібно розробити/підібрати необхідні ресурси для навчання. Це можуть бути підручники, онлайн-курси, навчальні матеріали, вебінари або інші навчальні засоби, які вчителі можуть використовувати для самоосвіти.

4-й етап. «Проведення навчання». На цьому етапі вчителі залучаються до освітнього процесу. Це може включати самостійне вивчення матеріалів, участь у вебінарах, онлайн-курсах або інших формах навчання. Вчителі можуть також брати участь у роботі в групах, де вони можуть обмінюватися досвідом та взаємодіяти з колегами.

5-й етап. «Оцінка та зворотній зв'язок». На цьому етапі, після завершення навчання вчителі повинні мати можливість оцінити свої досягнення і отримати зворотній зв'язок. Це може включати оцінку від учасників навчальної програми, анкетування, рефлексію або портфоліо вчителя. Зворотній зв'язок допоможе визначити ефективність програми та виявити можливість подальшого удосконалення.

6-й етап. «Практична реалізація». Вчителі повинні мати можливість застосувати отримані знання та навички на практиці. Це може включати впровадження нових методик навчання, використання інноваційних технологій, участь у професійних спілках та об'єднаннях, а також співпрацю з колегами для обміну досвідом.

7-й етап. «Супровід і підтримка». Важливим аспектом реалізації професійної самоосвіти є надання супроводу та підтримки вчителям. Це може включати проведення менторингу, коучингу, організацію семінарів або консультацій з досвідченими фахівцями.

8-й етап. «Оцінка результатів». Останнім етапом є оцінка результатів професійної самоосвіти. Це може включати аналіз досягнень вчителів, зміни в їхній практиці, підвищення якості навчання та загальний вплив програми на освітній процес у наукових ліцеях.

Варто зазначити, що реалізація професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв може бути індивідуальною або колективною, залежно від потреб та умов, в яких працюють вчителі. Послідовність етапів може варіюватись залежно від конкретної програми та її наповнення.

На підставі проведеного дослідження та ґрунтуючись на наукових публікаціях [28; 66] також було підготовлено рекомендації для вчителів наукових ліцеїв щодо шляхів використання хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки.

По-перше. Застосування хмаро орієнтованих сервісів в самоосвіті вчителів наукових ліцеїв є важливим для покращення якості освіти і розвитку професійних компетентностей вчителів.

По-друге. До основних особливостей використання хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для самоосвіти вчителів належать (рис. 9.11):



Рис. 9.11. Шляхи використання хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для самоосвіти вчителів

- *зберігання та обмін матеріалами* (ці сервіси надають можливість вчителям зберігати свої матеріали, презентації, завдання та інші ресурси у хмарі, що сприяє зручній організації власних матеріалів, можливо легко знаходити їх та ділитися ними з колегами і учнями);

- *персоналізація навчання* (завдяки хмарним сервісам, вчителі можуть створювати індивідуальні навчальні програми та ресурси для кожного учня, враховуючи особливості та індивідуальні потреби учнів);

- *онлайн курси та навчальні платформи* (хмарні сервіси надають доступ до широкого спектру онлайн курсів та навчальних платформ. Вчителі можуть скористатися цими ресурсами для самоосвіти, вивчення нових методик, підвищення своїх цифрових компетентностей. Також, доступ до різних вебінарів, тренінгів, майстер-класів сприятиме отриманню нових навичок і опануванню нових знань);

- *співпраця та обмін досвідом* (хмарні сервіси створюють сприятливе середовище для співпраці та обміну досвідом між вчителями. Розширюються можливості створення спільних ресурсів, колективного редагування матеріалів, обговорення методик навчання та ін. Окреслене відіграє важливу роль у професійному зростанні, розширенні кругозору та впровадженні нових ідей в освітню практику);

- *веб-інструменти для створення навчальних ресурсів* (хмарні сервіси надають доступ до різноманітних веб-інструментів, що допомагають вчителям створювати інтерактивні навчальні матеріали/ресурси (цифрові презентації, інтерактивні вправи, відеоуроки, онлайн тести). Це сприяє зацікавленню та залученню учнів до активної участі та покращенні засвоєння навчального матеріалу);

- оцінювання та зворотний зв'язок (хмарні сервіси дозволяють вчителям виконувати оцінювання та надавати зворотний зв'язок учням в електронному форматі).

Результати проведеного дослідження сприяли окресленню певних висновків, а саме [33]:

1. Використання хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для самоосвіти вчителів дозволяє покращити процес навчання зробити його більш ефективним, цікавим та доступним. Водночас таке професійне зростання вчителя безпосередньо впливає на підвищення якості навчання їх учнів.

2. Визначено ключові етапів реалізації професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв: 1) аналіз потреб; 2) планування програми; 3) розробка ресурсів; 4) проведення навчання; 5) оцінка та зворотній зв'язок; 6) практична реалізація; 7) супровід і підтримка; 8) оцінка результатів.

3. Сформовано рекомендації для вчителів наукових ліцеїв щодо шляхів використання хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки.

4. Основними перевагами використання хмаро орієнтованих сервісів в професійній самоосвіті вчителів є:

- великий вибір ресурсів. Хмарні сервіси надають широкий вибір навчальних ресурсів, включаючи електронні підручники, журнали, наукові статті, відеолекції. Вчителі можуть застосовувати ці ресурси для поглиблення своїх знань у конкретних галузях, ознайомлення з останніми тенденціями та методиками в освіті;

- гнучкість та доступність. Хмарні сервіси доступні з будь-якого місця та пристрою, що дозволяє вчителям вчитися та працювати в зручний час;

- постійне оновлення інформації/даних. Хмарні сервіси надають доступ до актуальних наукових досліджень, новин та інформації. Це дозволяє вчителям бути в курсі останніх трендів, інновацій та передових практик у певній сфері діяльності;

- взаємодія та співпраця. Хмарні сервіси сприяють обміну досвідом, співпраці та взаємної підтримки учасників педагогічної спільноти.

ВИСНОВКИ

1. Визначено поняттєвий апарат, уточнено зміст основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Виконане дослідження показує, що існують різні підходи до трактування поняття "хмаро орієнтована система навчального призначення". Зокрема, під цим поняттям розуміють систему окремих хмарних сервісів. Інший підхід полягає в тому, що окремий хмарний сервіс виступає як хмаро орієнтована система. Також, можна розглядати хмаро орієнтовану систему як комп'ютерну програму навчального призначення, яка розміщена в хмарі. Проте усі науковці, праці яких спрямовані на дослідження даної тематики, у своїх дослідженнях дійшли до висновку, що хмаро орієнтована система входить до складу хмаро орієнтованого навчального середовища. Тобто поняття хмаро орієнтоване середовище значно ширше. В певних дослідженнях хмаро орієнтована система постає як окремий компонент. В деяких дослідженнях прослідковується думка, що структура хмаро орієнтованої системи тісно переплітається з іншими складниками хмаро орієнтованого середовища. Отже, хмаро орієнтованою системою вважаємо сукупність хмарних сервісів, розміщених на єдиній платформі та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби конкретного користувача.

Сутність поняття відкритої науки розглянуто в розрізі сучасних цифрових перетворень у Європейському просторі, у т.ч. різні підходи до її визначення; основні школи розуміння відкритої науки; складники забезпечення відкритості на різних етапах дослідницького процесу; аспекти, яких стосується відкрита наука; градацію видів доступу до публікацій у міжнародному вимірі; сутність і значення Європейської хмари відкритої науки; основні тенденції, що наразі превалюють в Європейському просторі відкритої науки.

2. Визначено стан розроблення проблеми дослідження у вітчизняному і зарубіжному освітньому просторі.

Нині хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для опрацювання наукоємних даних. Проєктування та впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки зумовлене метою забезпечити як високу продуктивність, так і простоту використання не лише науковими спільнотами, але й у навчанні та професійному розвитку вчителів. Результатом є низка проєктів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у біологічних, природничих та цифрових гуманітарних науках. Існує потреба в розширенні як інфраструктури хмаро орієнтованих систем, так і сервісів, що надаються, щоб задовольнити зростаючі потреби в даних наукових досліджень (зокрема вчителів). Це розширення стане можливим, дотримуючись стратегії сталого розвитку. Крім того, стане можливим впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки, базуючись на нових технологіях, проведених уроках та нових

дослідницьких проєктах (з урахуванням пропозицій та зауважень педагогічних працівників).

Опитування вчителів закладів загальної середньої освіти України, проведене в межах виконання проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» у 2020 році щодо стану використання сервісів відкритої науки дає підстави стверджувати, що вчителі майже не знайомі з парадигмою відкритої науки (хоча б поверхнево знайомі 27% з 824 респондентів). Про Європейську хмару відкритої науки відомо лише 23% опитаних. Тобто вчителі в навчальному процесі майже не використовують сервіси відкритої науки надаючи перевагу месенджерам та соціальним мережам. Окрім цього, поза увагою вчителів залишаються англомовні сервіси, оскільки лише 31,8% з усіх респондентів (262 вчителя) користуються англомовними сервісами.

У результаті підготовки і реалізації проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» деталізовано не вирішені раніше частини проблеми. Одним із кінцевих результатів постають саме методики використання сервісів відкритої науки, які щойно виникли і продовжують формуватися нині. Саме їх освітнє опрацювання і має бути внеском дослідження, це не було розглянуто раніше.

Філософія відкритої науки продовжує поширюватися серед дослідницьких кіл у всьому світі, що є лише першим кроком у напрямі покращення доступності, прозорості і якості наукових досліджень. Використання відкритої науки означає, що будь-які дослідники та інші представники суспільства різних країн отримують можливості для вивчення сучасних результатів, інструментів та методів дослідження з будь-якої тематики. Однією з цілей запровадження відкритої науки є підвищення цінності та результативності науки в цілому.

3. У результаті дослідження еволюції засобів і технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті виокремлено низку етапів їх розвитку. Перший етап: виникнення і поширення мережних інструментів підтримування наукових досліджень у відкритому науковому просторі; другий етап: формування і розвиток науково-освітніх мереж і інфраструктур, інших мережних інструментів відкритого навчання і досліджень; третій етап: запровадження адаптивних хмаро орієнтованих мереж і інфраструктур; четвертий етап: формування і використання Європейської хмари відкритої науки. На кожному з етапів виникали і реалізовувались інноваційні підходи освітнього опрацювання нових технологій, методи і методики запровадження їх у процес навчання і наукових досліджень, формування відкритих освітньо-наукових систем.

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

обробки великих даних та інші джерела відкритої освіти та науки. Використання хмарних технологій для побудови ІТ-інфраструктури забезпечує продуктивність та ефективність навчання та наукових досліджень.

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

4. Обґрунтовано принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів: відкритості, прозорості, гнучкості, доступності, співпраці з науковими товариствами та ін.;

Обґрунтовано специфічні підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів: часовий підхід, інтеграційний підхід, проєктувальний підхід, дослідницький підхід, особистісно-орієнтований підхід.

Уточнено методи для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів: метод використання авторських розробок, метод самооцінювання, метод групових досліджень, метод змішаного навчання.

Мережа ліцеїв, використання принципів, підходів та методів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, як для навчання, так і для професійного розвитку вчителів ліцеїв, реалізація різноманітних проєктів, формування новітнього інформаційно-освітнього середовища, використання цифрового освітнього контенту, створить умови для досягнення єдиної освітньої мети і побудови нового компетентнісного змісту ліцейної освіти і забезпечить якість профільної середньої освіти. Для професійного розвитку вчителя засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем мають стати ключовими інструментами.

5. Здійснено аналіз та оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. З'ясовано, що в останні роки в Україні здійснено низку міжнародних проєктів і заходів, присвячених поширенню практик відкритої науки у вітчизняному освітньо-науковому просторі. В ході здійснення цих проєктів (зокрема, DocHub, Optima та ін.) проводилися опитування щодо використання систем відкритої науки в освітньому процесі. Результати цих опитувань наразі лише частково оприлюднені. Крім того, вони проводилися виключно в сфері вищої освіти.

Авторами дослідження започатковано, проведено і опрацьовано дані опитування щодо обізнаності освітян з практиками відкритої науки за низкою показників. Наразі у ньому взяли участь 853 респонденти, це – викладачі ЗВО і коледжів, управлінці закладів освіти, студенти, серед них – 414 учителів.

З'ясовано, що більшість учителів (80%) не були знайомі з концепцією відкритої науки, її принципами та не знають, що собою представляє Європейська хмара відкритої науки (EOSC). Усі респонденти (100%) відповіли, що для пошуку навчальної літератури користуються виключно відкритими електронними ресурсами.

У процесі аналізу отриманих результатів опитування різних категорій опитаних освітян (824 особи), виявилось, що, дізнавшись про нові хмарні сервіси, респонденти в подальшому планують ними користуватись.

6. У результаті виконаного аналізу сучасних засобів і сервісів відкритої науки виокремлено та охарактеризовано головні їх різновиди, здійснено їх класифікацію відповідно до типів діяльності відкритої науки; обґрунтовано модель використання інструментів відкритої науки для професійного розвитку і самоосвіти педагогічних працівників відповідно до типів діяльності відкритої науки; та окреслено шляхи розроблення методик використання цих сервісів у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, встановлено, що: 1) інструменти відкритої науки є важливим елементом для застосування в освітньому процесі, серед них такі як: сервіси Європейської хмари відкритої науки (EOSC); Електронні системи відкритого доступу (arXiv, Research Gate, Mendeley, Academia.edu та ін.); наукові платформи, що передбачають подання та оприлюднення наукових даних (Figshare, F1000Research та ін.); сервіси організації спільної роботи та відкритого навчання (Google Meet, AiiDA, Office 365, LearningApps, Discord та ін.); спеціалізовані сервіси опрацювання даних та організації відкритого навчання і досліджень (CoCalc, Merge) та інші; 2) навчання і професійний розвиток педагогічного працівника із застосуванням інструментів відкритої науки забезпечує: відкритий доступ до актуальних результатів наукових досліджень; до наукових даних та спеціалізованих сервісів для їх опрацювання як колективного, так і індивідуального; сприяє реалізації навчальних дослідницьких проєктів; поліпшенню організації процесів наукової комунікації, міжнародної співпраці та обміну досвідом; ширшому використанню в освітньому процесі найсучасніших педагогічних методів і технологій; підвищенню кваліфікації та розвитку цифрової компетентності вчителів та ін.

7. До складників моделі використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів віднесено: мету, методичний компонент, дослідницький, оцінювальний та результат. Дослідницький компонент охоплює основні етапи науково-педагогічного дослідження: підготовчий; дослідницький; інтерпретації та аналізу результатів; впровадження. Добір хмарних сервісів відкритої науки визначається поставленими завданнями та узгоджується з етапами наукового дослідження. Методи, форми і засоби навчання визначає методичний компонент. Запропонований перелік хмарних сервісів відкритої науки, систем та ресурсів може бути використаний не лише в рамках підвищення кваліфікації вчителів, але й навчальному процесі наукового ліцею для організації дослідницьких робіт ліцеїстів.

8. Створення окремих методик використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки спрямовано на створення найбільш сприятливих умов для особистісного і професійного розвитку вчителів, підвищення їх професійної і

ІКТ компетентності, зокрема, підвищення рівня їх компетентності з відкритої науки. Цьому сприяє розширення доступу до хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів та сервісів відкритої науки; підвищення рівня організації навчання і науково-педагогічних досліджень. Серед них такі, як: методика використання Європейської хмари відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів; методика використання сервісів відкритої науки вчителями; методика використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, що спрямовані на поліпшення організації і підвищення ефективності наукових досліджень, упровадження (оприлюднення, розповсюдження і використання) їх результатів, орієнтовані на зростання рівня ІКТ-компетентності вчителів.

9. Узагальнюючи досвід проведених досліджень, доцільно запропонувати такі методичні рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін до роботи в наукових ліцях: необхідно ознайомити вчителів з наявними зразками сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їхніми видами та призначенням; надати огляд ключових особливостей, переваг і можливого застосування окремих груп таких ресурсів для проведення досліджень у наукових ліцях. Підвищення кваліфікації можливо реалізувати шляхом проведення тренінгів, що дозволять вчителям отримати необхідні вміння з використання функціоналу таких сервісів. Сервіси ХОСВН надають освітянам необмежені можливості співпраці та обміну даними. Слід сприяти формуванню й розбудові віртуальної спільноти педагогів-практиків, де вони можуть обмінюватися ідеями, передовим досвідом та інноваційними підходами до викладання в наукових ліцях. Доцільно забезпечити інформаційну підтримку вчителів, зокрема інформувати про останні розробки в сфері хмаро орієнтованих систем відкритої науки, здійснювати огляд корисних ресурсів, їх функціоналу та методик використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Армейська Л. В. Професійна компетентність та неперервна самоосвіта: шляхи самореалізації й самовдосконалення педагогічних працівників. *Проблеми сучасної освіти*. 2019. (10), С. 5-14.
2. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти. Київ : Атіка. 2008. 684 с.
3. Биков В. Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. *Матеріали метод семінару НАПН України "Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку"*. 4 квітня 2019 р. Київ. 2019. С. 20-26.
4. Биков В. Ю., Гуржій А. М., Шишкіна М. П. Концептуальні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу вищої педагогічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2018. Вип. 50. С. 21-26.
5. Биков В. Ю., Спірін, О. М., Шишкіна, М. П. Корпоративні інформаційні системи підтримання науково-освітньої діяльності на базі хмаро орієнтованих сервісів. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: збірник наукових праць*. 2015. Вип. 43 (47). Ч. 2. С. 178-206.
6. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 2. С. 30-52.
7. Биков В. Ю., Шишкіна М. П., Гуржій А. М. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 2, с. 30-52.
8. Вакалюк Т. А. Старт дистанційного курсу "Хмарні сервіси відкритої науки для освітян". 2020. URL : <https://ssdet.ztu.edu.ua/2020/05/18/start-dystantsijnogo-kursu-hmarni-servisy-vidkrytoyi-nauky-dlya-osvityan/> (Дата звернення : 20.10.2020).
9. Вакалюк Т. А., Мар'єнко М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. № 81 (1). С. 340–355. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225>.
10. Вакалюк Т. А. Модель хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики ВНЗ. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 6 (56). С. 64-76.
11. Вакалюк Т. А. Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2019. 614 с.
12. Вакалюк Т. А. *Хмарні технології в освіті* : навч.-метод. посіб. для студентів фізико-математичного факультету. Житомир : вид-во ЖДУ, 2016. 72 с.

13. Василенко А. Ю. Розвиток та реалізація політики відкритої науки в державах ЄС: приклад Франції. *Державне управління: теорія та практика*. 2019. № 1. С. 71-77.

14. Вдовичин Т. Я. Використання мережних технологій відкритих систем у навчанні майбутніх бакалаврів інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2017. 290 с.

15. Волошина Т. В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2018. 291 с.

16. Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй. *Резолюція № 320-р. "Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року"*. 2015. URL : https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/Agenda2030_UA.pdf (Дата звернення : 17.05.2023).

17. Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA). URL : <https://mon.gov.ua/ua/tag/era-ua> (Дата звернення : 29.08.2021).

18. Європейська хмара відкритої науки як глобальний інструмент наукових досліджень. URL : <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=6661> (Дата звернення : 29.08.2021).

19. Звіт GeoGebra 2020. URL: https://www.geogebra.org/static/uploads/newsletter/2021-01/2020_year_in_review_en.pdf (Last accessed : 15 April 2023).

20. Звіт PhET 2020. URL: <https://phet.colorado.edu/files/phet-annual-report-2020.pdf> (Last accessed : 15 April 2023).

21. Інститут цифровізації освіти НАПН України 2023. *Майстер-клас "Організація навчання засобами European Open Science Cloud"*. URL : https://youtu.be/DpxS_1JClIE (Дата звернення : 17.05.2023).

22. Кабінет міністрів України. *Постанова № 438 'Про затвердження Положення про науковий ліцей'*. 2019. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2019-%D0%BF?lang=uk#Text> (Дата звернення : 15.08.2023).

23. Кабінет міністрів України. *Розпорядження № 167-р 'Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації'*. 2021. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text> (Дата звернення : 15.08.2023).

24. Кабінет міністрів України. *Розпорядження № 1687-р 'Про затвердження плану заходів на 2021-2023 роки з реалізації Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року'*. 2021. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1687-2021-%D1%80#Text> (Дата звернення : 15.08.2023).

25. Кабінет міністрів України. *Розпорядження № 320-р 'Про затвердження плану заходів щодо популяризації природничих наук та математики до 2025*

- року'. 2021. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/320-2021-%D1%80#Text> (Дата звернення : 15.08.2023).
26. Кашина Г.С. Теоретико-методичні засади інформаційно-технологічного забезпечення природничо-гуманітарної підготовки педагогів у системі післядипломної освіти: автореф. ... д-ра пед. наук; 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ, 2020. 44 с.
27. Коваленко В. В. Використання хмарних сервісів для підвищення кваліфікації вчителів. *Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів та комп'ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці : Зб. матеріалів у III Всеукраїнської конференції* (28 квітня 2021 р., м. Київ) / Відповід. за вип. : М.М.Астаф'єва, Д.М.Бодненко, О.М.Глушак, Г.А.Кучаковська, О.С.Литвин, В.В.Прошкін, С.М.Шевченко. Київ : ун-т ім. Б. Грінченка, 2021. С. 51-53. URL : https://fitu.kubg.edu.ua/images/stories/Departments/kitmd/2021/ZB_III_--_28-04-2021_compressed.pdf (Дата звернення : 29.08.2021).
28. Коваленко В. В. Застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Т. 31. № 5. С. 45-53. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-007>.
29. Коваленко В. В., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 2020. № 3-2 (25). С. 67-74. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>.
30. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. *Освітній дискурс*, 2021. № 37 (10). С. 28-38.
31. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Сучасний стан використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі у закладах освіти. *Освітній дискурс*. 2021. № 38 (11-12). С. 56-64. DOI : [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-4](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-4).
32. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. Оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс*, 2021. 34(6). URL : <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/726261> (Дата звернення : 29.08.2021).
33. Коваленко В. Реалізація професійної самоосвіти вчителів наукових ліцеїв із використанням хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки. *Фізико-математична освіта*. 2023. № 38 (3). С. 12–19. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-002>.
34. Ковальова О. А., Ярмак С. В. Реалізація цінностей відкритої науки засобами публікаційної діяльності юних дослідників. *Інноваційні практики наукової освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції* (Київ, 8–11 грудня 2021 р.). Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України. 2021. 570 с.
35. Копанєва В. О. Наукова комунікація: від відкритого доступу до відкритої науки. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*. 2017.

- № 2. С. 35-45. URL: <https://www.cceeol.com/search/article-detail?id=583012> (Дата звернення : 15.04.2023)
36. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 356 с.
37. Коротун О. В. Система управління навчанням CANVAS як компонент хмаро орієнтованого навчального середовища. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2016. IV (45). С. 30-33.
38. Коротун О. В. Хмаро орієнтована система управління навчанням Canvas. *Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології*. 2016. 55 (1). С. 230-239.
39. Корсікова К. Г. Самоосвіта сучасного вчителя як безперервний процес удосконалення педагогічної майстерності. *Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень*. 2020. С. 97-99.
40. Кремень В. Г. Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта / за ред. Кременя В.Г. *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура*. Київ: Педагогічна думка. 2008. С. 9-48.
41. Крива М., Пилипець С. Реалізація професійної самоосвіти вчителя початкових класів у сучасному освітньому інформаційно-комунікаційному просторі. *Молодь і ринок*. №10 (165) (2018). DOI : <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2018.142322>
42. Кривонос О. М., Коротун О. В. Етапи проектування хмаро орієнтованого середовища навчання баз даних майбутніх учителів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. 63 (1). С. 130-145. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1866/1299> (Дата звернення :10.12.2020).
43. Кузьменко А. В. Передумови впровадження системи Moodle в технічному ліцеї. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2016. № 3 (53). С.120.
44. Кучерук О. А., Магдич Т. П. Використання електронних освітніх ресурсів для формування громадянської компетентності учнів ліцею на уроках української мови. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. № 1 (75). С. 56-75.
45. Литвинова С. Г. Етапи, методологічні підходи та принципи розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 4. С. 5-11.
46. Литвинова С. Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : "Педагогіка. Соціальна робота"*. 2021. № 1 (48). С. 225-230. DOI : <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.225-230>.
47. Литвинова С. Г. Методика використання відкритої науки вчителями природничо-математичних предметів української школи. *Освітній дискурс*. 2023. № 4-6 (44). С. 108-127.

48. Литвинова С. Г. *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу*: монографія. Київ: ЦК «Компринт», 2016. 354 с.

49. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 602 с.

50. Лупаренко Л. А. Використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Освітній дискурс*. 2021. №37 (10). С. 59-69. DOI : [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.37\(10\)-6](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.37(10)-6).

51. Лупаренко Л. А. Використання електронних систем відкритого доступу у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2021. № 37 (10). С. 59–69. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.37\(10\)-6](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.37(10)-6)

52. Лупаренко Л. А. Еволюція відкритих електронних науково-освітніх систем і їх використання у вітчизняному освітньому просторі. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки*. 2021. №2(25). С. 236-272. DOI : <https://doi.org/10.32453/pedzbirnyk.v25i2.775> (Дата звернення : 29.08.2021).

53. Лупаренко Л. А., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. Концептуальний апарат дослідження: хмаро орієнтовані системи відкритої науки в навчанні і професійному розвитку вчителів. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 29. Т. 2. С.179-182.

54. Мандзій Л. С. Професійний розвиток педагога: нові можливості у 2020. URL : <https://nus.org.ua/wpcontent/uploads/2020/03/Prezentatsiya-MON-Pidvyshhennya-kvalifikatsiyi-pedagogiv-ZZSO.pdf>

55. Мар'єнко М. В. Ефективність хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. № 97 (5). С. 125–137. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5434>

56. Мар'єнко М. В. Компетентності відкритої науки вчителів природничо-математичних дисциплін. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2020. Вип. 2 (18). С. 85-92.

57. Мар'єнко М. В. Методика використання European open science cloud у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Освітній дискурс*. 2023. Вип. 44 (4-6). С. 78-87.

58. Мар'єнко М. В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 3 (29). С. 99-104. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-015>.

59. Мар'єнко М. В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Т. 29. № 3. С. 99-104. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-015>.

60. Мар'єнко М. В. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 1 (27). С. 62-66.

61. Мар'єнко М. В. Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2022.

62. Мар'єнко М. В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Тези доповідей XI Міжнар. конф. «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)»*, Житомир, 2020. С. 208-209.

63. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. *Житомирська політехніка*. 2020. С. 138-139.

64. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс*. 2020. № 10 (27). DOI : 10.33930/ed.2019.5007.27(10)-7.

65. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 5 (31). С. 60-66. URL : <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/109/79>

66. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 3 (29). С. 99-104. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-015>.

67. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. *Інформаційні технології в освіті*. 2020. № 4 (45). С. 32-44.

68. Мар'єнко М., Носенко Ю., Шишкіна М. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*. 2021. № 31 (5). С. 60-66. DOI : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>.

69. Мерзликін О. В. Хмарні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2017. 341 с.

70. *Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу* : монографія / Дем'яненко В. М. та ін.; Київ : Педагогічна думка, 2017. 219 с.

71. Міністерство освіти і науки України. *Наказ №1303 “Про затвердження Стандарту спеціалізованої освіти наукового спрямування”*. 2019. URL : <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-specializovanoyi-osviti-naukovogo-spryamuuvannya> (Дата звернення : 15.08.2023).

72. *Моделювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального середовища* : монографія / Копняк Н. та ін.; Київ : ЦП «Компринт», 2015. 160 с.

73. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#n10> (Дата звернення : 10.12.2020).

74. Носенко Ю. Г. Еволюція засобів і технологій відкритої науки. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2021. № 1 (48). С. 293-298. URL: <http://visnyk-ped.uzhnu.edu.ua/article/view/235043> (Дата звернення : 29.08.2021).

75. Носенко Ю. Г. Моделювання системи відкритої науки для професійного розвитку та діяльності вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2023. 4 (38). С. 49-55.

76. Носенко Ю. Г., Попель М. В., Шишкіна М. П. *Хмарні сервіси і технології у науковій і педагогічній діяльності* : метод. рекомендації. Київ : ІТЗН НАПН України, 2016. URL : <http://lib.iitta.gov.ua/706199> (Дата звернення : 10.12.2020).

77. Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. *Освітній дискурс*. 2021. № 38. С. 11-12.

78. Носенко Ю.Г., Сухих А.С. Відкрита наука в контексті побудови суспільства знань і цифрових перетворень європейського простору. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4(26). С. 85-92.

79. Ночвай В. І. Заходи та інструменти розвитку відкритої науки в Дорожній карті інтеграції України до Європейського дослідницького простору. URL : http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/12750/-Nochvai_SCDA18.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Дата звернення : 10.12.2020).

80. Овчарук О. В. Сучасні підходи до розвитку цифрової компетентності людини та цифрового громадянства в європейських країнах». *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. № 2 (76). С. 1-13.

81. Олексюк О. Р., Олексюк В. П. Рух «Open Access» як передумова становлення відкритої освіти. *Новітні інформаційно-комунікаційні технології у навчальному процесі : актуальні проблеми*. 2016. С. 100-109.

82. Пасмор Ю. В., Кулик М. М. Інформаційні технології та ресурси Open Science: бібліометричне, наукометричне бачення. *Право та інновації*. 2020. № 3(31). С. 24-34.

83. *Положення про науковий ліцей*. № 438. (б.д.). zakon.rada.gov.ua. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2019-%D0%BF?lang=uk#Text>

84. Попель М. В. Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2017. 311 с.

85. Попель М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. № 2. С. 7-18. DOI : 10.14308/ite000692

86. Президент України. Указ № 722/2019 “Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року”. 2019. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (Дата звернення : 15.08.2023).

87. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL :

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text> (Дата звернення : 10.12.2020).

88. Рябова З. В., Єльнікова Г. В. Професійне зростання педагогів в умовах цифрової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020, Том 80. № 6. С. 369-385. DOI : 10.33407/itlt.v80i6.4202.

89. *Система психолого-педагогічних вимог до засобів інформаційно-комунікаційних технологій навчального призначення* : монографія / Гриб'юк, О. О. та ін.; Київ : Атіка, 2014. 172 с.

90. Сухіх А. С. Історичний огляд впровадження хмаро орієнтованих систем в організації змішаного навчання в ЗЗСО. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали наук.-практ. конф.*, 11 лют. 2021 р., м. Київ / упоряд.: О.П. Пінчук, Н.В. Яськова. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. С. 157-160. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724023/> (Дата звернення : 29.08.2021).

91. Угода про асоціацію. URL : <https://eu-ua.kmu.gov.ua/uhoda-pro-asotsiatsiiu> (Дата звернення : 29.08.2021).

92. Хрипун В. О. Хмарні сервіси Google як засіб управління освітньою діяльністю закладу дошкільної освіти : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2019. 349 с.

93. Цифрова адженда України. URL : <https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> (Дата звернення : 10.12.2020).

94. Шевченко А. «Досягнення» України у сфері цифровізації науки. 2018. URL : <https://zn.ua/ukr/science/dosyagnennya-ukrayini-u-sferi-cifrovizaciyi-nauki-292176.html> (Дата звернення : 10.12.2020).

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

96. Шишкіна М. П. Організація навчального й наукового співробітництва у віртуальних системах відкритої науки у закладах вищої освіти. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2020. Вип. 2 (18). С. 122-130.

97. Шишкіна М. П. Перспективні шляхи запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання вчителів природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*. 2023. Вип. 4 (38). С. 79–83. DOI : 10.31110/2413-1571-2023-038-4-012

98. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 441 с.

99. Шишкіна М. П. *Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу* : монографія. Київ : УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.

100. Шишкіна М., Попель М. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-науковому середовищі університету. *Матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019»* (15-16 травня 2019 р.). Київ : НУБіП України. С. 232-234.

101. ЮНЕСКО мобілізує зусилля з метою просування відкритої науки і зміцнення співпраці в контексті протидії COVID-19. URL : <https://unesco.mfa.gov.ua/news/yunesco-mobilizuye-zusillya-z-metoyu-prosuvannya-vidkritoyi-nauki-i-zmicnennya-spivpraci-v-konteksi-protidiyi-covid-19> (Дата звернення : 29.08.2021).

102. Яцишин А.В. Теоретико-методичні основи використання цифрових відкритих систем у підготовці аспірантів і докторантів з наук про освіту : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2021. 636 с.

103. Admiraal W., Schenke W., Jong L. D., Emmelot Y., Sligte H. Schools as professional learning communities : what can schools do to support professional development of their teachers? *Professional Development in Education*. 2021. Vol. 47. № 4. P. 684-698. DOI : <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1665573>.

104. Albagli S., Maciel M. L., Abdo A. H. Open Science, open issues. Brasília, Rio de Janeiro : IBICT, 2015. URL : https://www.academia.edu/15431919/Open_Science_Open_Issues, <https://www.orion-openscience.eu/resources/open-science> (Last accessed : 10.12.2020).

105. Argo Data Management Team. Argo user's manual V3.4. 2021. DOI : <https://doi.org/10.13155/29825>.

106. Atenas J., Havemann L., Priego E. Opening teaching landscapes: The importance of quality assurance in the delivery of open educational resources. *Open Praxis*. 2015. №7 (4). P. 299-309. URL: <https://doi.org/10.5944/openpraxis.7.4.233> (Last accessed : 15 April 2023).

107. Banker D. A., Manning. D. Open Educational Resources: The Promise, Practice, and Problems in Tertiary and Post-secondary Education. *Open Educational Resources in Higher Education. Future Education and Learning Spaces*. Springer, Singapore. 2023. P. 55-76. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-19-8590-4_4 (Last accessed : 15 April 2023).

108. Banks G. C., Field J. G., Oswald F. L., O'Boyle E. H., Landis R. S., Rupp D. E., Rogelberg S. G. Answers to 18 questions about open science practices. *Journal of Business and Psychology*. 2019. Vol. 34. P. 257-270. URL : <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8> (Last accessed : 17 May 2023).

109. Barot T., Krpec R. Alternative Approach to Fisher's Exact Test with Application in Pedagogical Research. *Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems. CoMeSySo 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing* / Silhavy, P. Silhavy and Z. Prokopova, Eds. 2019. Vol. 859. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-00211-4_6

110. Bartling S., Friesike S. Opening science : The evolving guide on how the Internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. Heidelberg : Springer Open. URL : <https://www.springer.com/gp/book/9783319000251> (Last accessed : 10.12.2020).

111. Baumgartner P. Open Science. URL : <https://notes.peter-baumgartner.net/2019/06/25/open-citations-tos/> (Last accessed : 10.12.2020).

112. Beck M. W. et al. The importance of open science for biological assessment of aquatic environments. *PeerJ*. 2020. 8:e9539. DOI : 10.7717/peerj.9539.

113. Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities. URL : <http://oa.mpg.de/lang/en-uk/berlin-prozess/berliner-erklarung> (Last accessed : 10.12.2020).
114. Bethesda Statement on Open Access URL : <http://legacy.earlham.edu/~peters/fos/bethesda.htm> (Last accessed : 10.12.2020).
115. Bogatencov, P. P., Secieru, G., Buzatu, R., & Degteariou, N. (2022). Distributed computing infrastructure for complex applications development. *Proceedings of the Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2022*. Chişinău: Valnex. 2022. P. 55–65. URL : https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-55-65.pdf (Last accessed : 10.05.2022).
116. Borup J., Evmenova A. The Effectiveness of Professional Development in Overcoming Obstacles to Effective Online Instruction in a College of Education. *Online Learning*. 2019. Vol. 23. № 2. P. 1-20. URL : <http://dx.doi.org/10.24059/olj.v23i2.1468> (Last accessed : 04 July 2023).
117. Budapest Open Access Initiative (BOAI). URL : <http://www.budapestopenaccessinitiative.org>. (Last accessed : 29.08.2021).
118. Budroni P., Burgelman J.-C., Schouppe M. Architectures of Knowledge : The European Open Science Cloud. *ABI Technik*. 2019. № 39 (2). P. 130-141.
119. Burgelman J. C., et.al. Open Science, Open Data, and Open Scholarship : European Policies to Make Science Fit for the Twenty-First Century. *Front. Big Data*. 2019. Vol. 2. DOI : [10.3389/fdata.2019.00043](https://doi.org/10.3389/fdata.2019.00043).
120. Butcher N., Wilson-Strydom M. Technology and Open Learning: The Potential of Open Education Resources for K-12 Education. *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. 2008. № 20. URL: https://doi.org/10.1007/978-0-387-73315-9_42 (Last accessed : 15 April 2023).
121. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. № 76 (2). P. 304-320. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
122. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68 (6). P. 1-19. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409> (Last accessed : 29.08.2021).
123. Can E. Professional Development of Teachers: Obstacles and Suggestions. *Journal of Qualitative Research in Education*. 2019 № 7 (4). P. 1618–1650. DOI : <https://doi.org/10.14689/Issn.2148-2624.1.7c.4s.14m>
124. Consolidated Roadmap for a Possible UNESCO Recommendation on Open Science. URL : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000369699> (Last accessed : 29.08.2021).
125. EOSC Portal – A gateway to information and resources in EOSC. URL : <https://eosc-portal.eu/> (Last accessed : 05.06.2023).
126. EOSC Portal, *About EOSC*. URL : <https://eosc-portal.eu/about/eosc> (Last accessed : 17 May 2023).

127. European Commission / Shaping Europe's digital future. Open Science. URL : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe> (Last accessed : 05.06.2023).
128. Fecher B., Friesike S., Hebing M. What Drives Academic Data Sharing? *PLoS ONE*. 2015. № 10 (2): e0118053. DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118053>.
129. Fialkowski M., Calabrese A. Open Educational Resource Textbook Impact on Students in an Introductory Nutrition Course. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 2020. № 4 (52). P. 359-368. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2019.08.006> (Last accessed : 15 April 2023).
130. Final report of public consultation on Science 2.0 / open science. URL : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/final-report-science-20-public-consultation> (Last accessed : 29.08.2021).
131. Glazunova O., Shyshkina M. The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Cloud-based Learning and Research Environment. *Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2018. Vol. II: Workshops (2104). P. 332-347. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf (Last accessed : 29.08.2021).
132. Heck T., Peters I., Mazarakis A., Scherpc A., Blümel I. Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*. 2020. № 36. P. 301-323. DOI : 10.3233/EFI-190272.
133. Hilpert S., Kaldemeyer C., Krien U., Gunther S., Wingenbach C., Plessmannd G. The Open Energy Modelling Framework (oemof) – Anew approach to facilitate open science in energysystem modelling. URL : <https://www.preprints.org/manuscript/201706.0093/v1> (Last accessed : 10.12.2020).
134. Jhangiani R., Pitt R. Exploring Faculty Use of Open Educational Resources at British Columbia Post-Secondary Institutions. *BCcampus Research Report*. 2016. URL: <http://oro.open.ac.uk/45178> (Last accessed : 15 April 2023).
135. *LIBER Open Science Roadmap* / Ayris P. et al. Ligue des bibliothèques européennes de recherche, 2018. 29 p.
136. Marienko M. V. Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Digital Transformation. PLAIS EuroSymposium 2021. Lecture Notes in Business Information Processing*, ed. S Wrycza & J Maślankowski. 2021. Vol. 429. Springer, Cham. P. 108-120. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-85893-3_8 (Last accessed : 17 May 2023).
137. Marienko M., Shyshkina M. The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training. *International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Cham : Springer International Publishing. 2022. Vol. 633. P. 337-344. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_31
138. Marienko. M. The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 2. AET, SciTePress, Setúbal. P. 466-472. DOI : <https://doi.org/10.5220/0010932900003364>.

139. Mayer K. Open Science. *ERA Portal*. Austria, 2015. URL : <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxlcmF1a3JhaW5lfGd4Ojc1Mjk0ZTg1NTA2MmQyNDg> (Last accessed : 29.08.2021).
140. Morin H., Curry J. Open Educational Resources for K-12 Teachers: A Sustainable Plan. *TechTrends*. 2022. № 66. P. 938–944. URL: <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00799-6> (Last accessed : 15 April 2023).
141. Munafò M., Nosek B., Bishop D. A manifesto for reproducible science. *Nat Hum Behav*. 2017. №1 (0021). URL: <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0021> (Last accessed : 15 April 2023).
142. National Library of Medicine (n.d.). *Welcome to NCBI*. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> (Last accessed : 04 July 2023).
143. National Library of Medicine (n.d.). *What is PubChem?* URL : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> (Last accessed : 04 July 2023).
144. Nawab, A., Bissaker, K. & Dattoo, A. K. Contemporary trends in professional development of teachers: importance of recognising the context. *International Journal of Educational Management*. 2021. № 35 (6). P. 1176–1190. DOI : <https://doi.org/10.1108/IJEM-10-2020-0476>
145. Nelson J., Bohanon H. Blue Ocean Shift: Evidence-Based Practice in the Professional Development of Teachers. *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*. 2019. № 12(2). P. 4–20. DOI : <https://doi.org/10.3991/ijac.v12i2.10688>
146. Noonan J. An Affinity for Learning : Teacher Identity and Powerful Professional Development. *Journal of Teacher Education*. 2019. Vol. 70. № 5. P. 526–537. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022487118788838>.
147. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25 Making Open Science a Reality. URL : <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrs2f963zs1-en.pdf?expires=1602979092&id=id&accname=guest&checksum=932457522620B58F6E8351E1F36EDEAE0ECD> (Last accessed : 29.08.2021).
148. Oleksiuk V. P., Oleksiuk O. R. Methodology of teaching cloud technologies to future computer science teachers. A. E. Kiv, M. P. Shyshkina (Eds.), *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education, CTE 2019 (Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019)*. 2020. Vol. 2643. P. 592–608. CEUR-WS. <https://ceur-ws.org/Vol-2643/paper35.pdf>
149. Oleksiuk O. R. The DSpace system as a means of activating the research work of future computer science teachers : PhD thesis : 13.00.10 / Institute of Information Technologies and Learning Tools, Kyiv, 2014. 47 p.
150. Open Innovation, Open Science, Open to the World-a vision for Europe. URL : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe> (Last accessed : 15.09.2021).
151. Open Science. URL : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/open-science> (Last accessed : 29.08.2021).
152. Peters M. A. Open Education and Education for Openness. *Encyclopedia of Educational Philosophy and Theory*. Springer, Singapore. 2017. DOI : https://doi.org/10.1007/978-981-287-588-4_411.

153. Piwowar H. A., Vision T.J. Data reuse and the open data citation advantage. *PeerJ*. 2013. № 1, e175. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj.175> (Last accessed : 15 April 2023).
154. Popel M. Using CoCalc as a training tool for mathematics teachers' pre-service training. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68. № 6. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/713274/1/2404-11537-1-PB.pdf> (Last accessed : 05.05.2023).
155. Rassovytska M. V., Striuk A. M. The system of cloud-oriented tools of learning computer science disciplines of engineering specialties students. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017)*. Kryvyi Rih, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings, 2017. Vol. 2168. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper4.pdf> (Last accessed : 10.12.2020).
156. Royal Society of Chemistry (n.d.). *Royal Society of Chemistry. Pay and Reward Survey 2023*. URL : <https://www.rsc.org/> (Last accessed : 04 July 2023).
157. Shaping Europe's digital future. Open Science. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe> (Last accessed : 05.06.2023).
158. Shyshkina M. The General Model of the Cloud-Based Learning and Research Environment of Educational Personnel Training. *Teaching and Learning in a Digital World. ICL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, ed. M Auer, D Guralnick & I Simonics. 2018. Vol. 715. Springer, Cham. P. 812-818. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_94.
159. The European Commission 2018, Open Science Monitor. URL: <https://cutt.ly/F5vpCS2> (Last accessed : 15 April 2023).
160. The Open Education Consortium 2020, Open Education. URL: <https://www.oecconsortium.org> (Last accessed : 15 April 2023).
161. The Public Library of Science 2020, Open Access. URL: <https://www.plos.org/open-access/> (Last accessed : 15 April 2023).
162. Ukraine joins the EGI Council. URL : <https://www.egi.eu/about/newsletters/ukraine-joins-the-egi-council/> (Last accessed : 10.12.2020).
163. UNESCO 2020, Open Science. URL: <https://www.unesco.org/en/open-science> (Last accessed : 15 April 2023).
164. UNESCO 2021, UNESCO Recommendation on Open Science. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949> (Last accessed : 15 April 2023).
165. Vakaliuk T., Spirin O., Lobanchykova N., Martseva L., Novitska I., Kontsedailo V. Features of Distance Learning of Cloud Technologies for the Organization Educational Process in Quarantine. *Proceeding The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2020)*. 2020. URL : <https://easychair.org/smart-slide/slide/GCGt#> (Last accessed : 20 Oct. 2020).
166. Vicente-Saez R., Gustafsson R., Brande L. V. (2020). The dawn of an open exploration era : Emergent principles and practices of open science and innovation of university research teams in a digital world. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. 156, 120037. DOI : 10.1016/j.techfore.2020.120037.

167. Vicente-Saez R., Martinez-Fuentes C. Open Science now : A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*. 2017. 88. Pp. 428-436. DOI :10.1016/j.jbusres.2017.12.043.

168. What is Open Science? Introduction. URL : <https://www.fosteropenscience.eu/content/what-open-science-introduction> (Last accessed : 10.12.2020).

169. Wittenburg, P. Open Science and Data Science. *Data Intelligence*. 2021. № 3 (1). P. 95–105. https://doi.org/10.1162/dint_a_00082

170. Yenen E., Yöntem M. Teachers' Professional Development Needs : AQ Method Analysis. *Discourse and Communication for Sustainable Education*. 2020. Vol. 11, № 2. P. 159-176. DOI : <https://doi.org/10.2478/dcse-2020-0024>.