

Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти

**МЕТОДОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ
СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Колективна монографія

2023

УДК 378.091.31:004.9

М 54

*Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України
(протокол № 9 від 29 червня 2023 року)*

Рецензенти:

Осадчий В. В. д.пед.н., проф., декан факультету економіки та управління,
Київський університет імені Бориса Грінченка

Овчарук О. В. д.пед.н., проф. завідувач відділу компаративістики
інформаційно-освітніх інновацій, Інститут цифровізації
освіти НАПН України

М 54 **Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти: монографія** : Барладим В. М., Бруяка А. В., Ейсмонт А. В., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Семеріков С. О., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ЦО НАПН України, 2023. 197 с.

ISBN 978-617-8330-07-1

Обґрунтовано поняттєвий апарат, досліджено еволюцію засобів і технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті. Визначено принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти. Здійснено аналіз та оцінювання стану використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі. Визначено засоби і сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної освіти. Обґрунтовано модель хмаро орієнтованої методичної системи відкритої науки у закладі освіти. Охарактеризовано методики і надано методичні рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти.

УДК 378.091.31:004.9

ISBN 978-617-8330-07-1

© Барладим В. М., Бруяка А. В.,
Ейсмонт А. В., Коваленко В. В.,
Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г.,
Семеріков С. О., Сухіх А. С.,
Шишкіна М. П., 2023.
© Інститут цифровізації освіти
НАПН України, 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ПЕРЕДМОВА	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ I. ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ І ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	15
1.1. Загальні засади відкритої науки.....	15
1.2. Аналіз основних категорій дослідження.....	18
1.3. Ретроспектива розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки.....	25
1.4. Стан розвитку відкритої науки в контексті освіти.....	34
1.5. Обізнаність вчителів України щодо можливостей використання сервісів відкритої науки.....	55
1.6. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки.....	69
РОЗДІЛ II ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	75
2.1. Сервіси відкритої науки у сучасному освітньому просторі.....	75
2.2. Технології відкритої науки та штучного інтелекту в освіті.....	82
2.3. Перспективні шляхи використання засобів штучного інтелекту вчителями у процесі формування в учнів наукового мислення.....	95
2.4. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту у науковій освіті вчителів.....	110
РОЗДІЛ III МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	116
3.1. Компетентності відкритої науки.....	116
3.2. Моделювання хмаро орієнтованої системи відкритої науки.....	122
3.3. Модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі.....	126

РОЗДІЛ IV МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	136
4.1. Організація наукової і професійної діяльності педагогів в умовах війни.....	136
4.2. Рекомендації щодо запровадження систем відкритої науки в закладах вищої педагогічної освіти та інститутах післядипломної педагогічної освіти.....	148
4.3. Запровадження хмарних технологій відкритої науки у процес наскрізного навчання ІКТ в освіті.....	152
4.4. Запровадження навчального курсу «інтелектуальні технології в освіті» у наукову освіту вчителів.....	160
ВИСНОВКИ.....	167
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	172

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AR	augmented reality, доповнена реальність
COVID-19	коронавірусна хвороба 2019 (англ. coronavirus disease 2019)
DOI	цифровий ідентифікатор об'єкту
EGI	Європейська мережна інфраструктура
EOSC	European Open Science Cloud, Європейська хмара відкритої науки
ERA	Європейський дослідницький простір
FAIR	дані, які можна знайти, доступні, сумісні та багаторазові
HTML	Hyper Text Markup Language
Open Access	відкритий доступ
Open Science	відкрита наука
SaaS	програмне забезпечення як сервіс
SIPS	Товариство вдосконалення психологічної науки
URL	уніфікований вказівник ресурсу
VR	віртуальна реальність
ЗВО	заклад(и) вищої освіти
ЗЗСО	заклад(и) загальної середньої освіти
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук України
НУШ	Нова українська школа

ПЕРЕДМОВА

У роботі досліджено питання обґрунтування і розроблення методології використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти як одного з перспективних напрямів підвищення якості освітньо-наукового процесу, модернізації освітньо-наукового середовища, ширшого використання засобів і сервісів хмарних обчислень.

Уперше:

– визначено засоби і сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, виокремлено та охарактеризовано головні різновиди, здійснено їх класифікацію відповідно до типів діяльності відкритої науки. Розглянуто основні особливості вибраних сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC) (<https://eosc-portal.eu/>). Вони були класифіковані за основними видами дослідницької діяльності: 1. Пошук, відтворення, накопичення даних з проблеми дослідження та її висвітлення в літературі, констатуючі дані (DARIAH Science Gateway, Open-AIRE). 2. Представлення, обробка, візуалізація шаблонів у даних, включаючи обмін (de.NBI Cloud, менеджер інфраструктури, IM). 3. Аналіз та інтерпретація результатів (Agora Resource Portfolio Management Tool, Jupyter Notebook). 4. Перевірка, обговорення, колективна оцінка результатів, рецензування (Resource Portfolio Management Tool). 5. Реалізація, публікація, застосування (DARIAH-Campus, Deep training facility). Список хмарних сервісів не претендує на вичерпність і винятковість. Метою було показати можливість використання того чи іншого хмарного сервісу EOSC на кожному етапі наукових досліджень.

– обґрунтовано модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі містить три основних блоки, що відповідають рівням її апробації: базовий, середній та вищий. Для кожного рівня визначена методика, що передбачає використання окремих хмарних сервісів, їх групи чи безпосередньо інструментарію Європейської хмари відкритої науки. Складники компетентності з відкритої науки згруповано у чотири основні категорії: 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.

– розроблено методичну систему використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти охоплює низку окремих методик: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базовий рівень); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (середній рівень); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень); методика використання хмарних сервісів EOSC для студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті».

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження. В умовах глобалізації, євроінтеграції, прискореної цифрової трансформації багатьох сфер діяльності людини виникає потреба у створенні конкурентоспроможної освітньої сфери України, формування сучасних компетентностей і кваліфікацій людини, підвищення рівня доступності та якості освіти. Як зазначають представники SiS.net (проєкту в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»), наразі в Європі спостерігається дефіцит науко-орієнтованих, «науково-знаючих» осіб на всіх рівнях діяльності суспільства та економіки. Ключовим чинником підготовки таких осіб, здатних адаптуватися до динамічних суспільно-економічних змін, критично мислити, ефективно вирішувати фахові і повсякденні задачі із залученням сучасних технічних досягнень і технологічних цифрових рішень, займатися сталим саморозвитком, бути успішними в обраній професії і т.д. є кооперація зусиль вмотивованого, кваліфікованого викладацького складу – педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів.

У свою чергу, однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницького підходу у навчанні є запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання хмаро орієнтованих методичних систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої освіти та професійного розвитку вчителів.

Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів їх формування і використання, визначення найбільш доцільних шляхів впровадження. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході до масового впровадження у

зкладах освіти науково-освітніх платформ і інфраструктур відкритої науки, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки, що дозволяє створити нову високо потужну інформаційно-технологічну екосистему організації освітньо-наукового процесу.

Вирішення завдань запровадження у закладах освіти хмаро орієнтованих систем відкритої науки є суттєвою передумовою для підготовки фахівців, здатних до доцільного, науково обґрунтованого застосування перспективних інформаційно-комунікаційних технологій у своїй майбутній освітній і науковій діяльності.

Ступінь розроблення проблеми дослідження. Проблеми проектування і використання хмаро орієнтованих сервісів і технологій відкритої науки у закладах освіти належать до першочергових у сфері інформатизації. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки нового покоління, що є більш гнучкими, потужними, функціональними, привертають все більшу увагу дослідників. Їх запровадження має позитивно позначитися на якості освіти, забезпеченні ширшого доступу до перспективних ІКТ, розширенні частки дослідницького підходу у навчанні, підвищенні якості освітніх послуг. Проблеми, тенденції та перспективні шляхи запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітній процес розглядалися в роботах багатьох зарубіжних авторів R. Lakshminarayanan, B. Kumar, M. Raju, S. Svetsky, O. Moravcik, Gema Buenodela Fuente, Yousef Qasem, S. Filiposka, Ida Larsen-Ledet, Henrik Korsgaard та ін.

В Україні також здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 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. Зокрема, на базі спільних науково-дослідних лабораторій у 2020 році розпочато педагогічний експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї», керівник експерименту – М. В. Мар'єнко (Попель). До складу експериментальної бази входять 5 закладів вищої педагогічної освіти, 1 заклад післядипломної педагогічної освіти, 4 заклади загальної середньої освіти.

В Україні досягнуто значних результатів щодо дослідження теоретичних та методологічних засад моделювання та проектування інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти (В. Ю. Биков, М. І. Жалдак, А. Ф. Манако, Л. Ф. Панченко, С. О. Семеріков, О. В. Співаковський та ін.). Зокрема, в роботах В. Ю. Бикова спроектовано моделі організаційних систем відкритої освіти, запропоновано моделі єдиного інформаційного освітнього простору; методичних систем електронного дистанційного навчання; моделі системи управління освітою на її різних організаційних рівнях; сучасної підготовки вчителів у закладах вищої педагогічної освіти та інші. Ці роботи виступатимуть методологічною базою подальших досліджень у цьому напрямі, враховуючи, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки є новим етапом розвитку відкритих освітніх систем. Загальні напрями впровадження хмарних технологій в організації освітньо-наукових систем досліджувалися у роботах В. Ю. Бикова, О. Г. Глазунової, О. Г. Кузьминської, О. М. Спіріна, О. В. Співаковського, М. П. Шишкіної, А. В. Яцишин та ін. Психолого-педагогічним аспектам формування персоніфікованого освітньо-наукового середовища присвячені роботи С. О. Семерікова, А. М. Стрюка, Ю. Г. Носенко та ін. Питанням використання систем відкритої науки в освітньому процесі присвячено роботи В. Ю. Бикова, Т. О. Борисової, О. Г. Глазунової, М. В. Мар'єнко (М. В. Попель), В. І. Ночвая, М. П. Шишкіної, Т. О. Ярошенко.

Дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) було розроблено робочою групою, створеної згідно Наказу 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. 20.11.2018 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.

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.

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.

Тема «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» є новим дослідженням, спрямованим на підвищення якості й ефективності впровадження в освітній процес хмаро орієнтованих систем відкритої науки на сучасному етапі реформування освіти.

Мета дослідження: обґрунтувати і розробити методичну систему використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі.

Об'єкт дослідження: процес використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти.

Предмет дослідження: принципи, методи, моделі і засоби використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої, післядипломної педагогічної освіти.

Методи дослідження. Науково-дослідна робота виконана на основі положень системного підходу як методологічного способу пізнання педагогічних та соціальних фактів, явищ, процесів; положень психолого-педагогічної науки в галузі використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі.

Для розв'язування поставлених у роботі завдань були використані загальнонаукові методи: теоретичні (аналіз психолого-педагогічних теорій та концепцій з проблеми дослідження, порівняння вітчизняних та зарубіжних підходів до організації підготовки кадрів із використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки, систематизація та узагальнення теоретичних та експериментальних даних); емпіричні (експериментальне дослідження використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти України, педагогічне спостереження за начальною діяльністю

із використанням хмарних технологій. З метою забезпечення надійності дослідних методик та інтерпретації їх результатів передбачається застосування методів анкетування, експертного оцінювання, педагогічного експерименту та опрацювання отриманих даних за допомогою методів математичної статистики.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що створення і використання у закладах освіти хмаро орієнтованих систем відкритої науки позитивно вплине на організацію навчання і проведення наукових досліджень, створить умови для розвитку нових форм, методів та технологій навчання, забезпечить підвищення рівня ІКТ-компетентності та педагогічної компетентності тих, хто вчиться, що, в свою чергу, призведе до позитивних якісних змін в організації діяльності учасників навчального процесу.

Завдання дослідження:

- дослідити поняттєвий апарат, уточнити зміст основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі;
- здійснити аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень щодо основних етапів розвитку, тенденцій та перспективних шляхів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти;
- провести аналіз і оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі;
- обґрунтувати принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти;
- обґрунтувати модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки у в освітньому процесі;
- дослідити засоби і сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти;
- обґрунтувати методичну систему використання сервісів хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти;

- обґрунтувати методичні рекомендації щодо використання засобів і сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти;

- узагальнити результати теоретичних та експериментальних досліджень;

- упровадити результати науково-дослідної роботи в педагогічну практику.

Методологічна основа: науково-дослідна робота виконана на основі положень системного підходу як методологічного способу пізнання педагогічних та соціальних фактів, явищ, процесів; положень психолого-педагогічної науки в галузі використання новітніх засобів навчання; методологічних принципів формування систем відкритої освіти.

Очікувані результати. У результаті дослідження було: обґрунтовано та визначено принципи, методи і підходи до використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти; визначено засоби і сервіси, обґрунтовано модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти; обґрунтовано та розроблено методичну систему використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої, післядипломної педагогічної освіти.

РОЗДІЛ І. ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ І ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

1.1. Загальні засади відкритої науки

На шляху до становлення глобального інформаційного простору та розбудови суспільства знань європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для європейської науково-дослідної політики – відкриту науку (Open Science). Це нова концепція наукового процесу, своєрідна філософія наукових досліджень, заснована на високих стандартах прозорості і співробітництва та комунікації, базується на спільній роботі, нових можливостях поширення й обміну науковими знаннями з використанням сучасних цифрових технологій.

З-поміж іншого, відкрита наука передбачає забезпечення відкритого доступу до результатів досліджень, роз'яснення і популяризацію наукових знань серед громадськості тощо. У короткостроковій перспективі очікується, що запровадження принципів відкритої науки забезпечить більшу прозорість та цілісність наукових досліджень, а в довгостроковій перспективі – підвищить якість науки й освіти загалом.

Відкрита наука базується на трьох головних «китах»: відкритому доступі до наукових публікацій, відкритих дослідницьких даних, відкритій співпраці.

Кожний із них реалізується, зокрема, у такий спосіб:

- відкритий доступ до наукових публікацій – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження стандартів «зеленого» і «золотого» доступу (бібліометрика);

- відкриті дослідницькі дані – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження репозиторіїв відкритих даних, формування відношення дослідників до відкритих даних;

- відкрита співпраця – відкритий код, альтметрія, застосування колаборативних платформ, громадянська наука (рис. 1).



Рис. 1. Складники відкритої науки [83]

Відкритий доступ до публікацій означає вільний доступ до них – безоплатно, часто без попередньої реєстрації. Тобто, будь-який дослідник, маючи цифровий гаджет із підключенням до мережі Інтернет, може за потреби вільно читати, завантажувати та використовувати потрібні матеріали будь-де і будь-коли, незалежно від часу і місця перебування. Види доступу можуть відрізнятися. Типовою є градація: платиновий відкритий доступ, золотий відкритий доступ, зелений відкритий доступ, бронзовий відкритий доступ, гібридний відкритий доступ. «Гібридні» журнали містять як статті у вільному доступі, так і закритому.

Ключові аспекти, яких торкається відкрита наука. Відкрита наука зазвичай стосується таких аспектів:

- відкриті дані (open data);
- відкритий доступ (open access);
- відкрите «сліпе» рецензування (open peer review);
- відкриті джерела (open source);
- відкриті освітні ресурси (open educational resources);
- громадянська наука (citizen science).

Як видно з рис. 1, відкритий доступ до наукових публікацій, даних досліджень, відкрита наукова співпраця і комунікація, відкрита експертна оцінка, відкриті електронні освітні ресурси, програмне забезпечення з відкритим кодом та багато ін. – все це знаходиться в сфері відкритої науки.

Згідно концепції відкритої науки, дослідні дані продукуються, акумулюються і розподіляються у спільних сховищах, а результати досліджень широко розповсюджуються у різних форматах. Сповільнений і поступальний процес традиційних досліджень (рис. 2) перетворюється в систему паралельних досліджень, що дозволяє їм проходити швидше та ефективніше (рис. 3).



Рис. 2. Послідовність традиційного дослідження [139]



Рис. 3. Спільне, колаборативне паралельне дослідження [72]

При цьому доцільно керуватися принципами запровадження відкритої науки. Принципи FAIR – «чесні, прозорі дані», що є такими, що можна знайти, доступними, сумісними і придатними для повторного використання:

Findable – відшукуваність,

Accessible – доступність,

Interoperable – сумісність,

Reusable – багаторазовість використання даних.

Коли дані, матеріали, обладнання та ін. є розподіленими, то результати дослідження однієї лабораторії можуть бути більш оперативно підтверджені іншою, що покращує їхню якість, валідність. Переваги такого підходу яскраво

проявили себе під час пандемії Covid-19, коли вся наукова спільнота світу об'єднала свої зусилля заради вирішення спільної проблеми.

1.2. Аналіз основних категорій дослідження

В умовах глобалізації, євроінтеграції, прискорення цифрової трансформації багатьох сфер людської діяльності виникає потреба у створенні конкурентоспроможної освітньої сфери в Україні, формуванні компетенцій і кваліфікацій сучасної людини, підвищенні рівня доступності та якості освіти. За даними SiS.net (проекту в рамках Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»), зараз існує дефіцит науково орієнтованих, «науково обізнаних» людей на всіх рівнях суспільства та економіка.

Ключовий фактор у підготовці таких людей, які здатні адаптуватися до динамічних соціально-економічних змін, критично мислити, ефективно вирішувати професійні та повсякденні проблеми за допомогою сучасних технологічних досягнень та цифрових рішень, займатися сталим саморозвитком, бути успішними у своїй професії тощо. Це спільне зусилля вмотивованих, кваліфікованих викладачів.

У свою чергу, однією з головних умов підвищення якості підготовки освітян, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки науково-дослідницького підходу в навчанні є впровадження хмарної системи відкритої науки, які є інтелектуальними системами навчання нового часу в педагогічній та післядипломній педагогічній освіті. Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення хмароорієнтованих систем відкритої науки в навчальних закладах, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів їх формування та використання та визначення найбільш доцільних шляхів реалізації.

Необхідно враховувати світові тенденції переходу до масового впровадження дослідницьких та освітніх платформ та інфраструктур відкритої

науки, зокрема сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC). Вирішення проблем впровадження хмарних систем відкритої науки в закладах освіти є необхідною передумовою підготовки фахівців, здатних доцільно, науково обґрунтовано застосовувати новітні ІКТ у своїй майбутній освітній та науковій діяльності. Це зумовлює оновлення змісту та підходів до підготовки сучасних учителів, формування їх готовності до професійної діяльності в умовах суцільної цифровізації, зокрема шляхом впровадження інтелектуальних систем відкритої науки.

Проблеми проектування та використання хмарних сервісів і технологій відкритої науки в навчальних закладах є одними з провідних у сфері цифровізації. Хмарні відкриті наукові системи нового покоління є розумними системами, оскільки вони більш адаптивні, гнучкі, потужні і функціональні, що привертає все більше уваги дослідників. Їх запровадження має позитивно вплинути на якість освіти, забезпечивши ширший доступ до перспективних ІКТ, розширивши частку дослідницьких підходів в освіті та покращивши якість освітніх послуг.

Формування сучасних хмаро орієнтованих систем підтримки навчальної та дослідницької діяльності повинно базуватись на відповідних інноваційних моделях та методології, які можуть забезпечити гармонійне поєднання та вбудовування різноманітних мережевих інструментів в освітнє середовище закладу вищої педагогічної освіти [52].

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

Суттєвими особливостями формування та розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти є такі властивості, як відкритість та гнучкість [52].

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

Хмаро орієнтовані мережні інструменти відкритого навчання та досліджень – це засоби ІКТ, що забезпечують формування та поточне обслуговування мережевих електронних інформаційних ресурсів та хмарних сервісів відкритого навчально-наукового середовища, впровадження технології проєктування та застосування відкритих хмарних технологій, заснованих на педагогічних системах. Найважливіші мережні інструменти для відкритих систем навчання та досліджень охоплюють хмарні науково-освітні інформаційні мережі та інфраструктури; хмарні корпоративні інформаційні системи та послуги; мережеві електронні освітні ресурси та послуги для збору, обробку та попереднє представлення даних; навчальні та наукові лабораторії віддаленого доступу; мовні технології; навчальні роботи тощо [52].

Хмарна навчальна та дослідницька платформа розглядається як набір хмарних інструментів для підтримки різноманітної навчальної та дослідницької діяльності. Багато різних інструментів можна інтегрувати в одну платформу, надаючи більше можливостей для відкритого та адаптивного навчання та досліджень.

Особливу увагу слід звернути на формування та розвиток хмарних систем, які можуть включати різноманітні сервіси для навчання та дослідження та їх комбінації, які поділяються на відповідні групи. Деякі вчені

розуміють це поняття як систему специфічних хмарних сервісів. Інший підхід передбачає, що окремий хмарний сервіс діє як хмарна система. У цьому випадку хмарною системою можна вважати комп'ютерну програму навчального призначення, яка знаходиться в хмарі. Тобто поняття хмарного середовища є досить широким. Однак хмарна система поєднується в такому середовищі з іншими компонентами відповідно до структури хмарної підтримки навчання.

Хмарні технології, які забезпечують основу для інтелектуальних систем відкритої науки, мають такі інноваційні властивості, властиві системам хмарних обчислень, як відкритість і гнучкість [167]. Якщо цілі та завдання навчального середовища змінюються, можна адекватно змінити його інструменти, а також загальний склад і структуру, модернізувати методи їх використання в хмарному середовищі.

Під *хмароорієнтованою методичною системою* розуміємо систему навчання методам використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмароорієнтованих компонентів для освітніх і наукових цілей, об'єднаних в єдину систему на основі формуючих факторів, серед яких виділяють хмароорієнтований підхід.

Розумна система відкритої науки – це хмарна система (на основі хмарної платформи), яка може автоматично налаштовуватися відповідно до цілей і завдань процесу наукового співробітництва, різноманітних індивідуальних особливостей, освітніх і наукових потреб віртуальних учасників дослідження.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки в закладах освіти доцільно розглядати як різновид науково-освітніх інформаційних мереж (НОІМ), що є фактично автоматизованими інформаційними системами, наповненими даними та відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, які забезпечують інформаційну підтримку освіти й науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів [52].

Спираючись на зазначене поняття як на вихідне, під хмаро орієнтованою системою відкритої науки доцільно розуміти науково-освітню інформаційну мережу, ресурси якої формуються на базі закладу освіти або науково-освітньої спільноти, об'єднаної спільністю інформаційних та освітньо-наукових потреб та цілей [5].

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

«Відкрита наука» – загальний термін, що використовується для позначення понять відкритості, прозорості, строгості, відтворюваності та накопичення знань, які всі вважають фундаментальними ознаками наукової діяльності. Останніми роками дослідники почали звертати увагу на необхідність реформ, що необхідні для того, щоб зробити свою роботу більш

узгодженою з цими принципами та вирішити проблему поточної «революції довіри». Наприклад, Товариство вдосконалення психологічної науки (SIPS; <https://improvingpsych.org/mission/>) – було засноване для подальшого впровадження і вдосконалення згаданих методів та практик у галузі психологічних досліджень [18].

Запропоновані реформи відкритої науки є значною мірою відповіддю на усвідомлення того, що стандартні дослідницькі практики підривають основні принципи високоякісної та відкритої науки. Більшість учених сходяться на думці, що існує криза відтворюваності, принаймні певною мірою. Однак не всі вчені прийняли найкращі практики, рекомендовані експертами, щоб зробити науку більш відтворювальною.

Частково це пов'язано з тим, що поточні структури стимулювання не відповідають основним інноваційним методикам. Крім того, виникає плутанина, розбіжності та дезінформація щодо того, які методи є найкращими, чи потрібні вони і чому вони потрібні, та як їх застосовувати. У відповідь на це дослідники створили безліч чудових ресурсів, які містять детальну інструкцію, контекст та відповідні емпіричні докази.

Однак вони часто є технічними, розподіляються в різних журналах та сферах науки, або їх може бути важко визначити та отримати доступ до них різним спільнотам дослідників.

Викладачі та науковці, які мають незначні попередні знання в галузі відкритої науки, можуть легко знайти та використати такі ресурси. Дійсно, нестача інформації про наявні ресурси та стимули для прийняття певного стандарту наукової практики нещодавно були визначені першопричинами того, що дослідники в різних галузях не використовують такі вдосконалені наукові підходи. Отже, потрібні доступні і зрозумілі рекомендації, які б надавали орієнтири щодо найкращих відкритих та загальнодоступних ресурсів, пов'язаних з удосконаленими практиками в різних галузях науки [18].

Вибір фокусу такого огляду важкий через постійну еволюцію того, що вважається кращою методикою, методичною системою. Крім того, рекомендації різняться залежно від цілей та напрямків дослідження, і навіть досвідчені дослідники не можуть дійти згоди щодо того, що саме являє собою поняття «найсучасніші методики» [18].

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

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

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

FAIR даними, що є різновидом даних наукових досліджень, вважають такі, що є Findable (які легко віднайти), Accessible (доступні), Interoperable

(сумісні) та Repeatable (доступні для повторного використання). Ці дані є найбільш цінними в контексті проектування відкритих наукових систем. Саме тому поняття асоціюється зараз з поняттям відкритих наукових даних, тобто таких, що знаходяться у відкритому доступі і є доступні для опрацювання.

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

Запровадження норм відкритої науки в Україні має призвести до більшого обміну, підзвітності, відтворюваності та надійності наукових матеріалів і вплинути на процес навчання в цілому. У процесі вивчення українського та зарубіжного досвіду визначено наступні переваги використання хмарних сервісів для математичних цілей: економія ресурсів; мобільність доступу; еластичність та ін. Впровадження хмарних платформ і сервісів у навчальний процес призводить до появи та розвитку інноваційних форм організації навчання та досліджень, орієнтованих на спільну навчальну діяльність, створюючи більше можливостей для освітніх та дослідницьких проектів. Методи та підходи відкритої науки мають суттєвий вплив на навчальний процес, зокрема, на освіту вчителів.

1.3. Ретроспектива розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки

Наукова діяльність є невід'ємним складником діяльності закладу освіти, що пояснює взаємозв'язок розвитку концепцій «відкрита освіта» та «відкрита

наука». Відкриту освіту розглядаємо як складну соціальну систему, здатну до швидкого реагування у зв'язку з мінливими соціально-економічними ситуаціями, індивідуальними та груповими освітніми потребами і запитами [83]. Відкрита освіта – важливий елемент цифровізації суспільства, відображає загальну тенденцію формування інформаційного і комунікаційного базису розвитку освіти, інтегрує цінності, створені в результаті наукової діяльності, є домінантою цивілізаційного розвитку соціуму [83].

Відкрита наука (Open Science) – відносно новий підхід до наукового процесу, що базується на спільній роботі й нових способах поширення інформації з використанням сучасних цифрових сервісів і систем. Організація економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)) визначає «Open Science» як загальну доступність результатів досліджень, що фінансуються за державний рахунок [83]. Мається на увазі доступність у цифровому форматі, без обмежень або з мінімальними обмеженнями, пронизення принципами відкритості всього дослідницького циклу. Згідно з OECD, запровадження такого підходу сприятиме співпраці й обміну результатами між дослідниками з різних країн світу, призведе до системних змін у теорії і практиці реалізації наукових досліджень [83].

Концепція відкритої науки зумовлює кардинальні зміни в підходах наукової комунікації, спрямована на забезпечення вільного доступу до результатів наукових досліджень та освітніх ресурсів для всіх членів суспільства, а її розвиток вплинув на цілий ряд цифрових проєктів (відкриті архіви, репозиторії та бібліотеки, спеціалізовані, бази даних і наукометричні сервіси тощо).

Аналіз джерельної бази виявив, що у вітчизняному науково-педагогічному просторі існують різні підходи до періодизації розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. Зокрема, В. Ю. Биков [1] відзначає, що провідні характеристики ІКТ-мереж еволюційно змінюються внаслідок досягнень науково-технічного прогресу, та

виокремлює такі етапи їхнього розвитку: I – локальні; II – інформаційно-транспортні; III – інформаційно-контентні (змістові); IV – інформаційно-сервісні; V – інформаційно-адаптивні.

М. П. Шишкіна [96] пропонує періодизацію розвитку хмаро орієнтованих засобів з огляду на науково-освітній контекст: (1) 80-ті роки ХХ – кінець ХХ ст.) – переважне поширення контентних засобів мережних технологій освітнього середовища (мережних баз даних, сайтів, порталів, е-бібліотек, науково-освітніх мереж, систем е-навчання тощо; (2) початок ХХІ ст. – поширення сервісних мережних засобів: технологій дистанційного навчання, сервісів web 2.0, технологій автоматизації наукових досліджень, комунікації та ін.; (3) після 2007 – початок віртуалізації серверів (початок – зі створення VirtualBox, VMware Player), виникнення і розвиток хмарних обчислень, їхнє впровадження в науково освітньому просторі.

Загалом, розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки рухається в напрямі відкритості, від локальних мереж до відкритих. Із кожним етапом характеристики відкритості посилюються. Така тенденція сприяє і впливає на посилення відкритості в різних сферах діяльності та взаємодії, у т.ч. науково-освітній.

У межах концепції відкритої наук головна основна увага переважним чином зосереджується на двох таких напрямках: відкриті дані досліджень та відкритий доступ до наукових публікацій. Іншими словами, будь-яка зацікавлена особа може отримати доступ до потрібних матеріалів через мережу Інтернет будь-де і будь-коли, попри географічне розташування та часові межі і т.ін.

Рух до відкритості наукових результатів розпочинається з 70-80-х рр. ХХ ст. і пов'язаний з поступовим посиленням ступеня відкритості наукових ресурсів – від звичайного оцифрування друкованих матеріалів до розвитку онлайн-видань і відкритих репозиторіїв. Зокрема, варто відзначити зачаткування онлайн журналів з політикою сліпого рецензування та відкритого доступу; конвертування друкованих наукових журналів в

цифровий формат; появу безкоштовних баз даних, бібліотек, репозиторіїв, архівів електронних публікацій, що містять наукові статті та їх препринти, журнали, книги тощо (рис. 4).

Очевидно, що розвиток відкритої науки і зокрема доступу до наукових результатів прямо пов'язані з науково-технічним розвитком, прогресом інформаційно-комунікаційних мереж. Виокремлюємо так основні етапи розвитку сервісів і систем відкритої науки:

(1-й етап) 70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст. Перші ініціативи.

(2-й етап) Середина 90-х років ХХ ст. – 2000 р. Контентні інформаційно-комунікаційні мережі.

(3-й етап) 2000 – 2009 рр. Мережні інфраструктури.

(4-й етап) 2009 – донині. Хмаро орієнтовані системи.



Рис. 4. Рух до відкритості наукових результатів (з 70-80-х років ХХ ст.) [83]

Розглянемо детальніше кожний етап.

(1-й етап) 70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст. Перші ініціативи. Початок етапу – започаткування проєкту Гутенберга (Gutenberg Project, 1971), спрямованого на оцифрування та вільне поширення творів, що складають суспільне надбання. Наразі е-бібліотека, створена в результаті цього проєкту, налічує понад 60 тис. ресурсів (книги, аудіо-записи, музичні твори тощо). Характерним для етапу є стрімкий розвиток всесвітньої мережі, електронних

поштових сервісів, поява перших е-бібліотек, суттєве спрощення процесів комунікації й обміну даними.

У 90-х роках розвиваються Grid-обчислення – технологія, що передувала появі хмарних обчислень, і полягає в тому, що віртуальний комп'ютер представлений у вигляді кластерів, об'єднаних мережею комп'ютерів, які спільно працюють для виконання великої кількості складних обчислювальних операцій.

Під час етапу започатковано низку ініціатив, серед яких:

- коаліція наукових публікацій і академічних ресурсів (SPARC: the Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition, США, 1998 р.), що об'єднує понад 200 академічних, дослідницьких бібліотек Північної Америки, а також Європи, Японії, Африки;

- ініціатива відкритих архівів (Open Archives Initiative (OAI), 1999 р.), яка розробляє стандарти для підвищення доступності наукових даних, ефективного поширення електронних ресурсів.

Таким чином, упродовж першого етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки були започатковані перші знакові ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури.

(2-й етап) Середина 90-х років ХХ ст. – 1999 р. Контентні інформаційно-комунікаційні мережі. Початок етапу – проголошення ЮНЕСКО Декларації про науку та використання наукових знань, 1999 р. Відбувається активне створення вільного та відкритого програмного забезпечення для організації репозиторіїв, архівів відкритого доступу, ведення наукових журналів тощо (наприклад, Eprints, DSpace, Open Journal Systems (OJS)).

Набуває поширення Web 2.0 – технологія розробки сервісів і систем, що можуть наповнюватися і розвиватися самими користувачами (wiki, блоги, соціальні мережі тощо). Цифрові засоби стають більш доступними для освітньо-наукової сфери, збагачуються способи комунікації через е-листування, чати, миттєві повідомлення та ін.

(3-й етап) 2000 – 2009 рр. Мережні інфраструктури. Досягнення попередніх етапів створили підґрунтя для активного розвитку мережних інфраструктур, поширення відкритих сервісів та систем, нарощування обсягів наукової інформації у відкритому доступі. У цей період започатковано низку знакових проєктів, серед яких – як створення нових сервісів, так і об’єднання в мережі, асоціації (рис. 5).

Знакові ініціативи		
Розробки, проєкти	Об’єднання	Документи
<ul style="list-style-type: none"> - Вікіпедія (2001 р.) – загальнодоступна багатомовна онлайн-енциклопедія. - Creative Commons (2002 р.) – неприбуткова організація, націлена на збільшення кількості доступних творчих матеріалів. - Проєкт RoMEO (2000 р.) – вивчення прав інтелектуальної власності щодо само-архівування наукових робіт. - Проєкт SHERPA (2002 р.) – забезпечення гібридного середовища для збереження досліджень. - Проєкт TARDIS (2002 р.) – депонування й оприлюднення інформації щодо академічних досліджень. - OpenDOAR (2006 р.) – директорія репозиторіїв відкритого доступу. - «Planet e-Book» (2008 р.) – портал книг у відкритому доступі. - Проєкт SciELO Books (2012 р.) – бібліографічна база даних, е-бібліотека та кооперативна видавнича модель е-журналів з відкритим доступом. - BioRxiv (2013 р.) – сховище препринтів для неопублікованих досліджень в галузі наук про життя. 	<ul style="list-style-type: none"> - Мережа відкритих знань (Open Knowledge Network, Африка, 2002 р.). - Гуманітарна дослідницька мережа (Humanities Research Network), 2007 р. - NECOBELAC, 2009 р. – мережа співпраці між Європою і країнами Латинської Америки в галузі медичної інформації. - Альянс відкритої книги (Open Book Alliance), 2009 р. 	<ul style="list-style-type: none"> - Постанова Бетесда (Bethesda), 2003 р. – щодо публікацій у відкритому доступі. - Декларація щодо доступу до результатів досліджень, фінансованих державним коштом (Declaration on Access to Research Data From Public Funding), 2004 р. - Затвердження моделі відкритого доступу для обміну знаннями та програмним забезпеченням (UNCTAD, 2008 р.). - Кігалійська декларація (Declaration of Kigali, 2009 р.) для розвитку інформаційного суспільства в країнах Африки.

Рис. 5. Знакові ініціативи третього етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки (2000 – 2009 рр.)

Отже, під час третього етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки відзначається поширення програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукової інформації, посилення переходу наукових репозиторіїв у відкритий формат. Інтеграційне зближення країн у напрямі побудови

спільного середовища відкритої науки простежується у міжнародних з'їздах, конференціях, заходах, результатом яких стають відповідні постанови, угоди, декларації та ін. Серед ключових питань залишається те, яким чином захистити наукові результати та метадані, розміщені у відкритому доступі.

(4-й етап) 2009 – донині. Хмаро орієнтовані системи. Етап характеризується розвитком адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, персоніфікованих науково-освітніх середовищ за рахунок поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем.

Під хмарним сервісом розуміємо технологію мережного доступу до масштабованого і гнучкого пулу розподілених фізичних чи віртуальних даних, ефективного поширення електронних ресурсів (серверів, операційних систем, мереж, програмного забезпечення, додатків, сховищ та ін.) з самообслуговуванням і адмініструванням на вимогу [99].

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

Хмарну платформу підтримування навчання та наукових досліджень розглядаємо як набір хмаро орієнтованих інструментів для здійснення різних навчальних та дослідницьких заходів [96]. В рамках однієї платформи може бути інтегровано багато різних інструментів, що забезпечують більше можливостей для реалізації відкритого та адаптивного навчання та досліджень [96].

З 2009 р. відбувається кілька знакових подій, що зумовили поштовх до поширення хмарних обчислень у різних сферах діяльності по всьому світі. Зокрема: запуск застосунків Google Apps; обґрунтування моделей обслуговування «хмар» (SaaS, PaaS, IaaS); визначення поняття хмарних обчислень Національним інститутом стандартів і технологій, США.

Серед ініціатив цього періоду, варто відзначити такі:

- міжнародна хартія відкритих даних (International Open Data Charter), 2015 р., що закріпила 6 принципів поширення даних у світі: відкритість,

своєчасність та всебічність, доступність і сумісність, порівнюваність, спрямованість на покращення урядового управління та залучення громадян, спрямованість на інклюзивний розвиток та інновації;

- створення Глобального альянсу OA2020 (2016 р.) – перетворення сучасних наукових журналів на журнали відкритого доступу;

- створення Коаліції громадських видавництв (SocPC: Society Publishers' Coalition), 2018 р. – благодійне інвестування надлишків своїх видань у відповідні дисциплінарні спільноти;

- створення AmeliCA, 2018 р. – спільної видавничої інфраструктури для журналів Латинської та Південної Америки, 2018 р.;

- підписання Делійської декларації про відкритий доступ (Delhi Declaration on Open Access), 2018 р.;

- підписання Декларації щодо розширення доступу до інформації через офлайн Інтернет (Tempe Declaration), 2018 р. тощо.

Зокрема, в Україні внаслідок широкого запровадження цифрових гаджетів та сервісів, мережних технологій у наукові й освітні процеси, відбувається інтенсивний розвиток науково-освітніх середовищ у закладах освіти різного рівня. На думку С. Г. Литвинової [23], важливу роль тут відіграють безкоштовні хмаро орієнтовані сервіси Microsoft і Google, а також низка інших чинників: розвиток надійних швидкісних мереж програмного забезпечення з відкритим кодом, можливість віртуалізації, прийняття відкритих стандартів технології Web 2.0, виникнення інфраструктури Google, розвиток і обслуговування серверного обладнання та ін.

У 2018 р. за ініціативи Європейської Комісії створено Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC)). Ідея зі створення цієї хмари була запропонована ще в 2016 р. для побудови середовища відкритих даних і знань, розвитку конкурентоспроможної економіки у Європі.

До 2022 р. заплановано низку проєктів з розвитку відкритої науки. Планується, що EOSC запропонує європейським дослідникам та фахівцям з

різних галузей віртуальне середовище з відкритими якісними сервісами для пошуку, зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних шляхом об'єднання існуючих наукових інфраструктур даних. Іншими словами, задача EOSC – розвиток інфраструктури, що надає користувачам доступ до сервісів, які сприяють розвитку відкритої наукової діяльності та взаємодії.

Таким чином, рух до відкритості наукових досягнень розпочався ще з 70-80-х років ХХ ст. і триває донині. Пройдено шлях від звичайного оцифрування паперових журналів до створення програмного забезпечення з відкритим кодом, спільного редагування контенту, миттєвого розповсюдження нових знань у всьому світі через комунікаційні мережі.

Узагальнення основних характеристик етапів розвитку сервісів і систем відкритої науки представлено на рис. 6.

Період	Назва етапу	Технології	Засоби і сервіси відкритої освіти та науки
70-ті рр. – середина 90-х рр. ХХ ст.	Перші ініціативи.	Всесвітня мережа, електронні поштові сервіси, обчислення	Сервіси е-комунікації, електронні Grid-архіви, репозиторії, бібліотеки.
Середина 90-х рр. ХХ ст. – 2000 р.	Контентні інформаційно-комунікаційні мережі	Контентні інформаційно-комунікаційні та відкрите програмне забезпечення, Web 2.0, архівне програмне забезпечення, архіви відкритого доступу.	Інформаційно-освітні мережі, електронні бібліотеки, електронні наукові журнали й архіви, електронні соціальні мережі, миттєві повідомлення, блоги та ін.
2000 – 2009 рр.	Мережні інфраструктури	Мережні інфраструктури, сервіси комунікаційні мережі, вільне програмне забезпечення, архіви відкритого доступу.	Електронні бібліотеки, портали, інформаційно-системи дистанційного навчання, електронні дослідницькі інфраструктури.
2009 р. – донині	Хмаро орієнтовані системи	Адаптивні інформаційно-комунікаційні мережі, обчислення, персоніфіковані сервіси	Хмаро орієнтовані сервіси, системи, хмарні платформи.

Рис. 6. Етапи розвитку сервісів і систем відкритої науки

Аналіз джерельної бази виявив, що у вітчизняному науково-педагогічному просторі існують різні підходи до періодизації розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. Рух до відкритості наукових результатів розпочався ще з 70-80-х років ХХ ст.

Проаналізувавши світові ініціативи, було виокремлено основні етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки.

Так, упродовж першого етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки (70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст.) були започатковані перші знакові ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури. Під час другого етапу (сер. 90-х років ХХ ст. – 1999 р.) цифрові засоби стають більш доступними для освітньо-наукової сфери, збагачуються способи комунікації через е-листування, чати, миттєві повідомлення та ін. У ході третього етапу (2000-2009 рр.) відбувся розвиток мережних інфраструктур, поширення програмного забезпечення для підтримки відкритого доступу до наукової інформації, посилення переходу наукових репозиторіїв у відкритий формат. Четвертий етап (2009 – донині) характеризується розвитком адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, персоніфікованих науково-освітніх середовищ за рахунок поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем.

Отже, розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки рухається в напрямі відкритості, від локальних мереж до відкритих. Із кожним етапом характеристики відкритості посилюються. Така тенденція сприяє і впливає на посилення відкритості в різних сферах діяльності та взаємодії, у т.ч. науково-освітній.

1.4. Стан розвитку відкритої науки в контексті освіти

На сьогодні ефективним та перспективним підходом до проектування відкритих педагогічних систем у закладах освіти є використання технологій хмарних обчислень для забезпечення ІКТ-підтримування для функціонування та розвитку комп'ютерно орієнтованого освітнього та дослідницького середовища.

Нині хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для опрацювання наукоємних даних. Проектування 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.

У зв'язку з інтенсивним розвитком і впровадженням хмаро орієнтованих систем відкритої науки в повсякденну освітню практику в галузі педагогічних наук постає низка фундаментальних та прикладних наукових завдань, пов'язаних із дослідженням проблем методології проєктування та застосування цих систем. Розв'язання цих проблем передбачає в першу чергу підготовку та професійний розвиток відповідних науково-педагогічних і педагогічних кадрів у закладах освіти.

Проблеми, пов'язані з тим, щоб ІКТ-інфраструктура університетського середовища відповідала потребам користувачів, максимально використовуючи сучасні технології науково-освітніх мереж та дослідницьких інфраструктур та забезпечуючи найкращі педагогічні результати, ведуть до пошуку найбільш вдалих шляхів її модернізації.

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

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.

2016 р. – оприлюднено документ «Європейська хмарна ініціатива – розбудова конкурентоспроможної економіки даних і знань у Європі».

Наразі на основі спільних потужностей е-інфраструктур ЄДП відбувається реалізація проекту Європейської хмари відкритої науки – European Open Science Cloud (EOSC), що є складовою розбудови Єдиного цифрового ринку Європейського Союзу.

EOSC об'єднує в собі потужності основних пан-Європейських дослідницьких інфраструктур, таких, як EGI, EUDAT CDI, INDIGO-DataCloud та інших.

26 жовтня 2017 р. – у Брюсселі оприлюднена Декларація хмари відкритої науки, у якій були сформульовані основні принципи формування Хмари.

FAIR Data – «чесні, прозорі дані», що є такими, що можна знайти, доступними, сумісними і придатними для повторного використання (*Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable*).

14 березня 2018 р. - Європейська Комісія уклала документ «Дорожня карта імплементації для Європейської хмари відкритої науки».

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

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

«План Відновлення України», ст. 24, ст.37:

Національна програма #12: Розвиток освіти, з фокусом на основні компетенції та інновації.

Цей пункт містить положення:

«Проект підвищення якості вчителів: реформування навчання вчителів, моделі фінансової компенсації, кар'єрного шляху та кар'єрного зростання». Реалізація цього пункту завдяки розробленню методик використання систем відкритої науки у процесі навчання і підвищенні кваліфікації вчителів, що є суттєвим чинником підготовки вчителів до роботи у наукових ліцеях.

Інтеграція науки та інновацій у навчальний процес

Реалізація цього пункту також пов'язана з запровадженням хмаро орієнтованих систем відкритої науки як провідної технології сучасного інформаційного суспільства в освітній процес закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

Гармонізація стандартів з Європою (European Higher Education Area)

Дослідження щодо впровадження і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі були започатковані в Інституті цифровізації освіти НАПН України і спрямовані на реалізацію пріоритетів гармонізації стандартів з Європою у частині European Higher Education Area та European Research Area (ERA), зокрема: Наказ МОН №167 від 10.02.21 «Про затвердження Дорожньої карти з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору», пріоритет 5б «Відкрита наука та цифрові інновації» [73].

Наразі, з прийняттям рекомендацій ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO Recommendation on Open Science) [177] відбулося погодження загального стандарту, міжнародної рамки відкритої науки. Одним із завдань, визначених рекомендаціями, є людські ресурси, зокрема навчання, цифрова грамотність та розвиток потенціалу для відкритої науки. Цьому завданню повною мірою відповідають мета і кінцеві результати дослідження.

Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC)). У європейському просторі бачення глобальної відкритої науки реалізується через амбітну програму – Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC), 2018 р.). EOSC спрямована на розвиток інфраструктури, що надає своїм користувачам послуги, які сприяють розвитку відкритих наукових практик. Іншими словами, EOSC є «точкою збору» для сервісів, пропонуючи розподілені хмаро орієнтовані ресурси, що дозволяють дослідникам обробляти дані у розподіленому цифровому середовищі, мати доступ до публічних і комерційних сервісів електронної інфраструктури на національному, регіональному та інституційному рівнях.

На рис. 7. подано дерево задач Європейської хмари відкритої науки (EOSC).

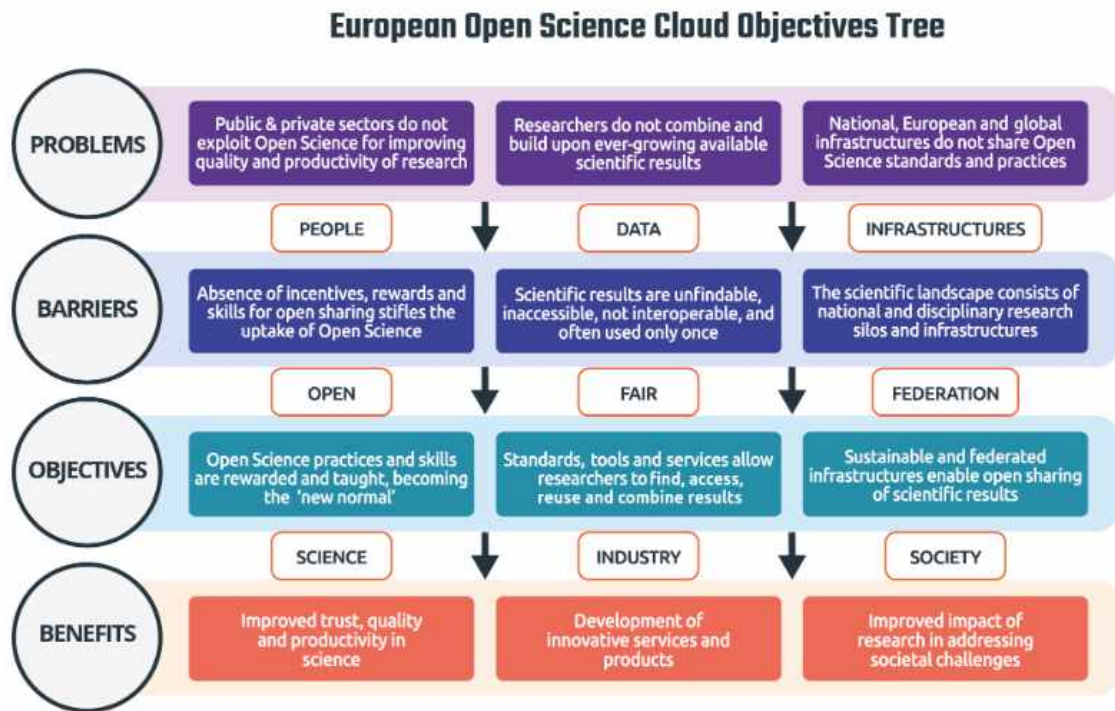


Рис. 7. Дерево задач Європейської хмари відкритої науки (EOSC) [173, с. 29]

На рис. 8. представлені проєкти в рамках Європейської хмари відкритої науки (EOSC).



Рис. 8. Проєкти в рамках Європейської хмари відкритої науки (EOSC)

Наразі EOSC налічує понад 300 ресурсів з різних наукових галузей і систематично наповнюється новими сервісами. Вони розподілені за такими категоріями: доступ до фізичних та електронних інфраструктур, агрегатори та інтегратори, обробка та аналіз, безпека, обмін та відкриття, навчання та

підтримка. Хмаро орієнтовані обчислювальні ресурси EOSC дозволяють дослідникам та іншим користувачам обробляти й аналізувати дані у розподіленому обчислювальному середовищі, мати доступ до державних і комерційних послуг електронної інфраструктури, що поставляються на національному, регіональному та інституційному рівнях.

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.

На рис. 9 представлено архітектуру сервісів EOSC, або класи сервісів, що вже існують, або які планують запровадити.

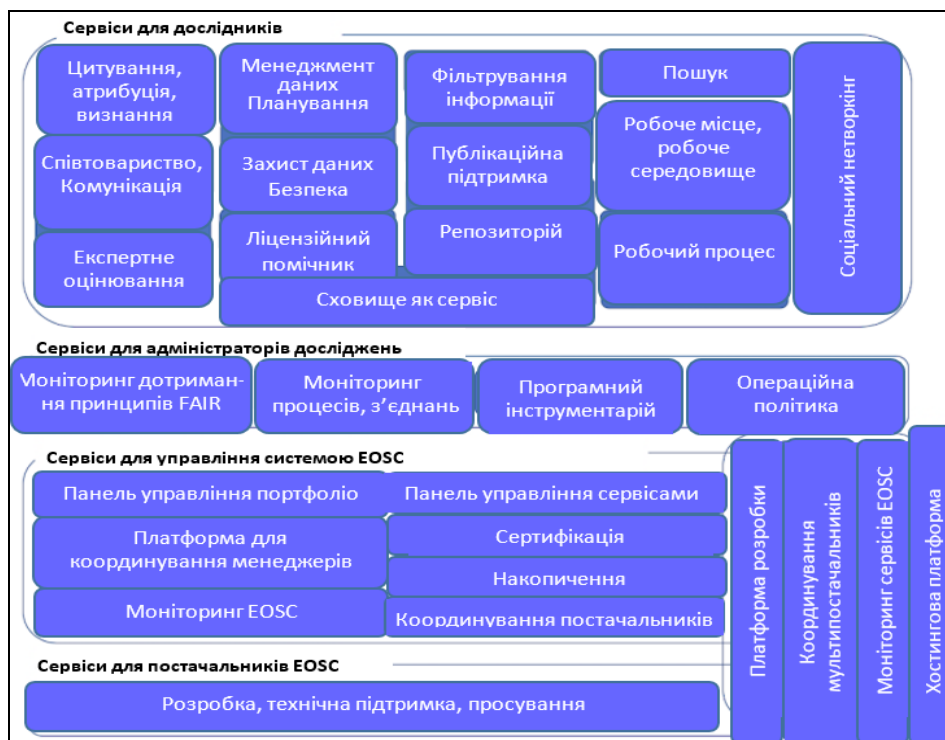


Рис. 9. Архітектура сервісів Європейської хмари відкритої науки [162]

На часі є подальший віртуального середовища хмари, розвиток вже існуючих сервісів, створення нових сервісів, забезпечення їхньої надійності та

сумісності для зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних.

International Framework on Open Science, UNESCO (2021). Попри те, що принципи відкритої науки вже широко застосовуються в різних країнах, донині в світі не існувало універсального підходу до визначення поняття «відкрита наука». На інституційних, регіональних та національних рівнях мали місце власні підходи, тлумачення і відповідні стандарти, що значно ускладнювало спільне розуміння засадничих понять.

Усвідомлюючи цю проблему, в листопаді 2021 року на Генеральній Конференції ЮНЕСКО за участю 193 країн було прийнято першу міжнародну рамку відкритої науки (international framework on open science) [178].

Відкрита наука стала ключовим фокусом у науковій і освітній спільноті, чому значною мірою сприяли виклики світової пандемії, загострення необхідності у збільшенні ефективності, прозорості і відкритості наукових досліджень, їхньої відповідності суспільним запитам. Наразі, з прийняттям рекомендацій ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO Recommendation on Open Science) [177], відбулося погодження загального стандарту, міжнародної рамки відкритої науки. Цей документ став результатом ідейного об'єднання 193 країн на основі спільних цінностей і принципів.

Згідно з зазначеними рекомендаціями, відкриту науку визначено як інклюзивний конструкт, що поєднує різні рухи і практики, спрямовані на забезпечення відкритості та доступності наукових знань для кожного, розширення наукового співробітництва та обміну інформацією на користь науки і суспільства, забезпечення відкритості процесів створення наукових знань, їх оцінювання та наукової комунікації для суб'єктів, яку не належить до наукової спільноти. Відкрита наука охоплює всі наукові дисципліни та аспекти наукової практики, у т.ч. фундаментальні та прикладні науки, природничі, соціальні та гуманітарні науки, і ґрунтується на таких ключових засадах: відкриті наукові знання, відкриті наукові інфраструктури, наукова

комунікація, відкрите залучення суспільства, відкритий діалог з іншими системами знань.

Головна мета рекомендацій ЮНЕСКО щодо відкритої науки полягає в тому, щоби забезпечити міжнародну рамку засадничих термінів, політики та практики відкритої науки, яка визнає дисциплінарні та регіональні відмінності, академічну свободу, гендерно-трансформаційні підходи та специфічні проблеми як окремих вчених, так і наукових колективів у різних країнах, зокрема країнах, що розвиваються, і сприяє зменшенню цифрових, технологічних і знанневих розривів («gaps») у національних і міжнаціональних контекстах.

Для того, щоби досягти поставлену мету, визначено низку завдань та напрямів їх реалізації [177]:

1. Сприяння загальному розумінню відкритої науки, пов'язаних з нею переваг і проблем, а також різноманітних шляхів її реалізації.
2. Розробка сприятливих нормативних засад, політики реалізації відкритої науки.
3. Інвестування в інфраструктури та сервіси відкритої науки.
4. Інвестування в людські ресурси, зокрема навчання, цифрову грамотність та розвиток потенціалу для відкритої науки.
5. Сприяння, заохочення розвитку культури відкритої науки.
6. Сприяння впровадженню інноваційних підходів відкритої науки на різних етапах наукового процесу.
7. Сприяння міжнародному та багатосторонньому співробітництву в контексті відкритої науки та з метою зменшення цифрового, технологічного і знанневого розриву.

У перспективі ці рекомендації мають підсилити інші ініціативи на європейському рівні, зокрема щодо проєктів Horizon Europe, що сприятиме подальшому розвитку Європейського дослідницького простору (European Research Area (ERA)). Також сприятимуть заохоченню розвитку

інфраструктури для підтримки відкритих досліджень, розробленню рамок компетентностей учасників відкритої науки і т.ін.

Звіт в рамках проєкту EOSC-Nordic щодо країн північного і балтійського регіонів (2021). На сьогодні багато розвинених країн перебувають на етапі запровадження принципів відкритої освіти. Це ґрунтовний, глибокий процес, що торкається багатьох сфер життєдіяльності суспільства (політичних інститутів, університетського сектору, видавничих центрів, науково-дослідних інституцій та ін.) та потребує значних часових, інтелектуальних, організаційних інвестицій.

У звіті в рамках проєкту EOSC-Nordic (2021 р.) [157] проаналізовано досягнення країн північного і балтійського регіонів (Данії, Естонії, Фінляндії, Латвії, Литви, Норвегії, Швеції). Серед критеріїв, за якими аналізувався стан запровадження принципів відкритої науки в цих країнах: політика країн щодо запровадження принципів FAIR, навчання/підготовки до запровадження відкритої науки, запровадження програмних рішень (software), карта узгодження дій країн з Європейською хмарою відкритої науки (EOSC) і т.ін. Основні висновки за зазначеним звітом відображені в таблицях 1-2.

Таблиця 1

	Запровадження принципів FAIR			Навчання/підготовка до запровадження відкритої науки			Запровадження програмних рішень (software)		
	Так	Ні	В проєкті	Так	Ні	В проєкті	Так	Ні	В проєкті
Данія	Н			Ін	Н		Н		
Естонія		Н		Ін	Н			Н	
Латвія		Н				Н		Н	
Литва	Н			Ін	Н			Н	
Норвегія		Н		Ін	Н			Н	
Фінляндія			Н	Ін		Н		Н	
Швеція	Н			Ін				Н	
Н – політика національного рівня									

Ін – політика інституційного рівня (університети та/чи ін. установи)

Таблиця 2

	Політика сприяння транскордонним дослідженням		
	Так	Ні	В проєкті
Данія		Н	
Естонія	Н		
Латвія	Н		
Литва		Н	
Норвегія	Н		
Фінляндія	Ін		
Швеція		Н	
Н – політика національного рівня			
Ін – політика інституційного рівня (університети та/чи ін. установи)			

Як бачимо з таблиць, сприяння транскордонним дослідженням не є центральним об'єктом політики у країнах північного і балтійського регіонів. Натомість, політиці запровадження відкритої освіти притаманний більш національно орієнтований формат.

Моніторингове дослідження Європейської комісії «The Open Science Monitor» (2019 р.) [131]. Цей проєкт, ініційований Європейською комісією, спрямований на акумулювання актуальних показників розвитку відкритої науки, виявлення напрямів, а також бар'єрів розвитку відкритої науки у Європейських країнах та країнах-партнерах.

Серед результатів, отриманих в рамках проєкту, варто відзначити *прогрес відкритого доступу до публікацій* – за цим показником вимірювалося, наскільки можливий вільний доступ до дослідницьких публікацій. Індикатори охоплюють бібліометричні дані про публікації, а також дані про політику журналів. Відзначається поступове зростання частки публікацій відкритого доступу (рис. 10).

Якщо розглядати абсолютну кількість публікацій у відкритому доступі за країнами, то лідером є США (27,6 % з усіх публікацій – у відкритому доступі), Китай (10 %), Великобританія (9,9 %), Німеччина (6,6 %) і Японія (5,4 %). Разом публікації цих п'яти країн складають майже 60% усіх публікацій у відкритому доступі.

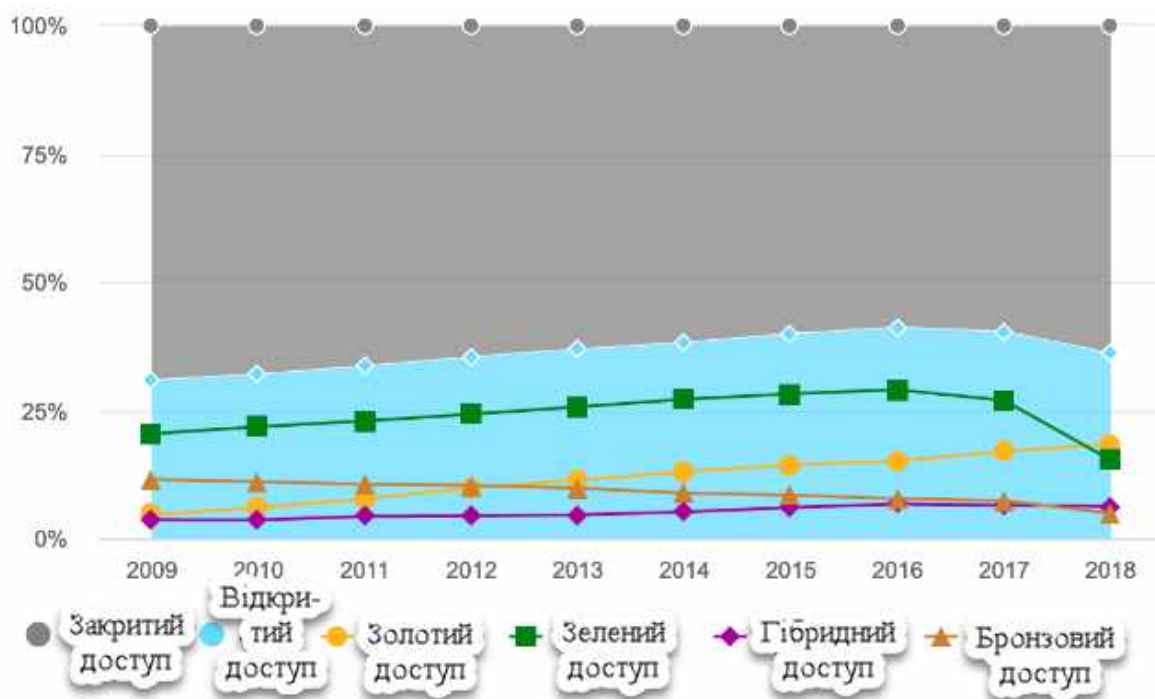


Рис. 10. Прогрес відкритого доступу до публікацій у світі

Окрім цього, здійснювався моніторинг застосування *репозиторіїв наукових даних*. Відзначається зростання їхньої кількості (за даними Re3data.org): з 2986 у 2018 р. до 3449 у 2019 р. Очевидно, це зростання продовжується. 94 % публікацій у цих репозиторіях – у відкритому доступі. З них 36 % - це публікації з біологічних наук, 33% – з природничих наук, 21 % – з гуманітарних і соціальних наук, 10 % – з інженерних наук. Абсолютна більшість репозиторіїв розміщені на доменах США – 39,2 % (1048 репозиторіїв). Серед інших лідерів – Німеччина (381 репозиторій), Великобританія (282 репозиторії), Канада (252 репозиторії), Франція (103 репозиторії) та Нідерланди (56 репозиторіїв) (рис. 11).

Моніторингове дослідження також охоплювало питання відкритого коду, відкритого апаратного забезпечення, використання спільних платформ

науковцями. Відзначено суттєве зростання кількості наукових API (Application Programming Interfaces) протягом останніх десяти років (рис. 12).

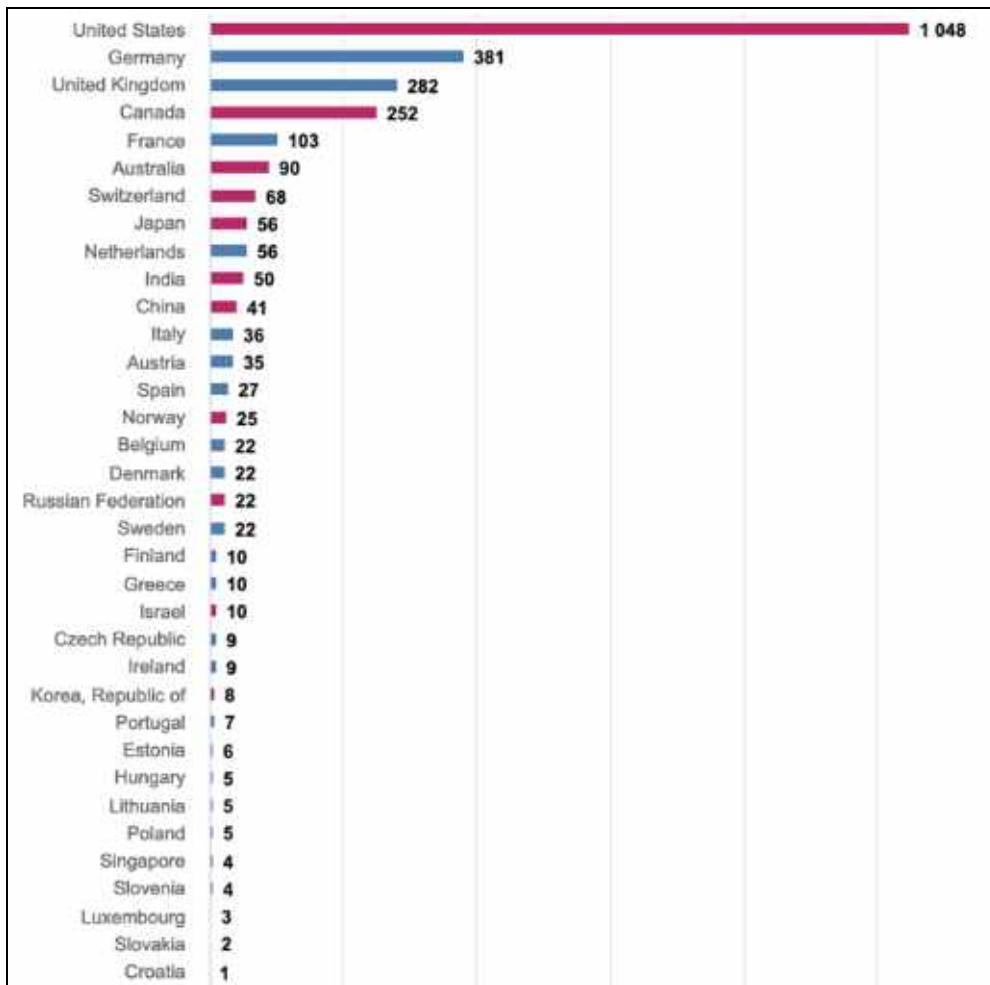


Рис. 11. Кількість репозиторіїв даних, за країнами (за даними Re3data.org, 2019 р.)

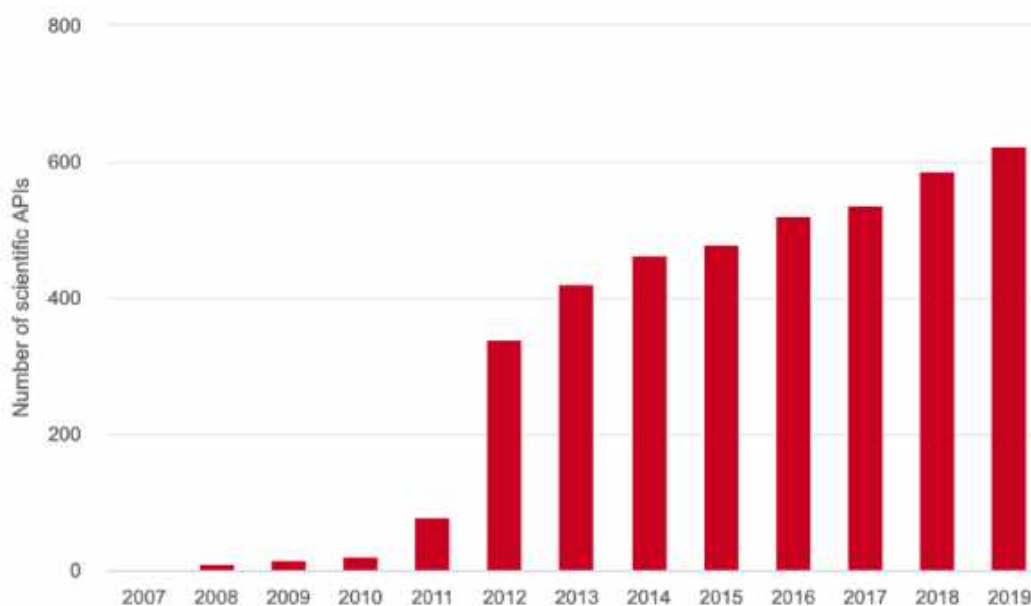


Рис. 12. Динаміка кількості наукових API

За результатами опитування 1,200 дослідників з різних країн світу було з'ясовано, які саме переваги вони вбачають у запровадженні принципів відкритої науки. Як бачимо (рис. 13), головними перевагами визначено: збільшення можливостей для співпраці, відтворюваність результатів досліджень, заохочення інших дослідників зробити дані доступними, збільшення можливостей для статті бути цитованою та ін. Позиції науковців щодо визнання переваг відкритої науки посилюються з кожним роком (у порівнянні між 2016 та 2018).

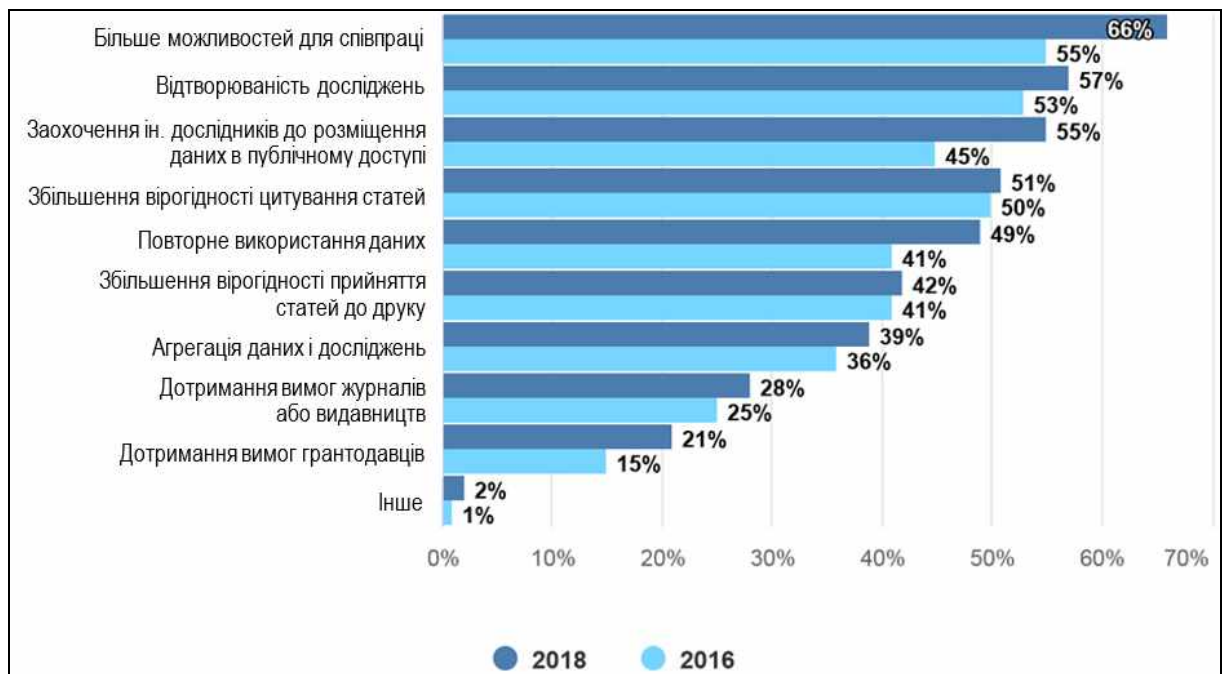


Рис. 13. Бачення дослідниками переваг запровадження принципів відкритої науки [131]

Отже, відкрита наука може призвести як до підвищення якості та довіри до вітчизняних досліджень, частково не лише за рахунок скорочення певних сумнівних дослідницьких практик, але і завдяки позитивній та продуктивній дослідницькій культурі, своєчасному обміну даними та прозорості освітньо-наукового процесу з опублікованими результатами.

Становлення відкритої науки в Україні

Одним із пріоритетних напрямів розвитку науки в Україні є інтеграція до Європейського дослідницького простору, що, зокрема, передбачено Угодою про асоціацію між Україною та ЄС [12, с. 58]. Це стає можливим не лише спільноті науковців, але й науково-педагогічних працівників. Тому використання засобів та сервісів відкритої науки у закладах освіти є вкрай необхідним.

В Україні створено проєкт [5], що представляє впровадження ідей та практик Відкритої науки в Україні з метою покращення якості освітніх послуг «Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia» (OPTIMA), тобто «Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи».

Нині в Україні започатковано ще один проєкт «Open Review Hub» [158], який покликаний забезпечити відкрите та прозоре рецензування наукових матеріалів різного фахового спрямування згідно з принципами Open Peer Review та Open Science загалом. Дослідження проводяться за ініціативи Наукового товариства студентів, аспірантів, докторантів та молодих вчених Національного університету «Львівська політехніка» та за підтримки Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України.

Основними пріоритетами Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) є:

1. Ефективність національної дослідницької системи.
2. Спільне вирішення проблем, зумовлених глобальними викликами.
3. Оптимальне використання державних інвестицій у дослідницькі інфраструктури.
4. Вільний ринок праці дослідників.
5. Гендерна рівність і комплексний гендерний підхід у сфері науки.
6. Оптимальні обмін та трансфер наукових знань.
7. Міжнародне співробітництво [12, с. 58-59].

Метою проєкту «Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia» [5], що допомагає впроваджувати ідеї та принципи відкритої науки, 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. Пріоритетними напрямками ОПТІМА є робота з переміщеними українськими університетами, фокус на проблемах зміни клімату та інклюзивність завдяки використанню сучасних інформаційних технологій.

ОПТІМА є трирічним проєктом, що триватиме до 14.01.2024 і фінансується ЄС в межах програми Erasmus+. До об'єднання ОПТІМА належать: Національний університет «Львівська політехніка», Донецький національний університет ім. Василя Стуса, Сумський державний університет, Луцький Національний Технічний Університет, Національний антарктичний науковий центр та Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. Міжнародними Партнерами проєкту є представники різних країн, а саме: Технічний університет Граца (Австрія), Вроцлавська політехніка (Польща), Університет Кот-д'Азур (Франція), ГО «Eurodoc» (Бельгія), ГО «Stichting eIFL.net» (Нідерланди). Асоційовані партнери: Рада ректорів переміщених університетів, ГО «Центр інновацій та сталого міжнародного розвитку» та ТОВ «Антиплагіат» [185].

Проєкт ОПТІМА включає три конкретні цілі [185]:

1. Представлення нового механізму забезпечення якості – онлайн-платформи відкритого рецензування для прозорого оцінювання результатів досліджень на академічних конференціях в українських ЗВО.

2. Сприяння співпраці між Україною та ЄС та інтернаціоналізації ЗВО України шляхом створення міжнародної віртуальної спільноти вчених-рецензентів на онлайн-платформі відкритого рецензування.

3. Підвищення обізнаності щодо академічної доброчесності та Відкритої науки, вдосконалення відкритих практик та навичок Відкритої науки в

українських ЗВО та суспільстві загалом шляхом впровадження нових предметів щодо відкритих практик в рамках модернізованих навчальних курсів та відкритого загальнодоступного онлайн-курсу.

Наразі, хмаро орієнтовані системи відкритої науки можуть надавати дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру саме для зберігання наукових даних. Впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки зумовлене метою забезпечення високої продуктивності, так і простотою використання не лише науковими спільнотами, а й у навчанні та професійному розвитку вчителів і викладачів. Результатом даного впровадження є ряд проєктів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у біологічних науках, природничих науках та гуманітарних науках [49].

У публікації [15] розглянута характеристика поняття «самоосвіти» вчителя у сучасному освітньому просторі. Окреслюються основні вимоги до організації самоосвіти педагогів та етапи реалізації самоосвітньої діяльності.

Розглянуто особливості використання цифрових технологій для самоосвіти вчителів, зокрема: навчання за допомогою онлайнплатформ, розробка вебквестів, робота з педагогічними програмними засобами, організація вебконференцій та ведення особистих блогів.

У публікації [70] вказано, що розвитку і поширенню парадигми відкритої науки сприяло розповсюдження цифрових технологій, що стало передумовою до необхідності оновлення підходів реалізації досліджень загалом та осучаснення підходів і змісту освіти. Цифрова трансформація зумовлена інноваційністю, безперервністю процесів та адаптивністю до нових задач, а також доступністю, конкурентоспроможністю, розвитком кадрового потенціалу, підвищенням ефективності, нових компетенцій тощо.

У роботі [43] наголошено, що багато інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями, щоб викрити всі аспекти дослідницького процесу та полегшити впровадження практичних розробок в освітній процес. «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» [166].

У Концепції розвитку педагогічної освіти найважливішою проблемою названо дисбаланс між суспільним запитом на висококваліфікованих педагогічних працівників, перспективами розвитку суспільства, глобальними технологічними змінами та системою педагогічної освіти, рівнем готовності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та впровадження освітніх реформ. Головним із чинників, що призвів до виникнення такого дисбалансу, є невідповідність ключових професійних компетентностей випускників закладів педагогічної освіти до викликів цифрового суспільства [92].

У дослідженні [37] 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 [37].

EOSC – віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання та управління, аналізу і 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. Щоб розпочати роботу з EOSC, потрібна реєстрація на даному порталі. Тож, 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 наукових даних, з можливістю їх подальшого використання/опрацювання; інформації про всі інструменти 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 [126, 70].

Про найбільш доцільні шляхи застосування компонентів «Європейської хмари відкритої науки» в освітньому процесі описано у дослідженні [70], а саме:

- 1) гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною властивістю для організації освітнього процесу;
- 2) можливість використання EOSC в рамках деяких навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних зв'язків;
- 3) одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільних сервісів для подальшої колаборації.

У публікації [49] 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» [49].

Наразі існує потреба в розширенні інфраструктури хмаро орієнтованих систем і сервісів, щоб задовольнити потреби в даних наукових досліджень не тільки для вчених, а й для вчителів та викладачів. Перспективним є застосування хмаро орієнтованих систем відкритої науки для проведення парчи уроків та нових дослідницьких проєктів.

Проблеми. Доцільно використовувати в процесі навчання і професійного розвитку вчителів концепцію відкритої науки, що є актуальною парадигмою розвитку освіти і науки в контексті низки міжнародних документів, зокрема, Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (2018 р.). Мета відкритої науки – це доступне поширення наукових здобутків як науковцям так і всім охочим та зацікавленим верствам населення. Концепція відкритої науки базується на низці ключових пріоритетів, зокрема, щодо публікації у відкритому доступі результатів досліджень, відкритих даних, відкритих методів досліджень, відкритого оцінювання, відкритої комунікації, відкритої освіти та інших. Зокрема, важливу роль відіграє відкритий доступ до інструментів здійснення досліджень, опрацювання даних, їх обговорення і поширення.

Задля того, щоб дослідники, вчителі, науковці мали змогу зосередитися на своїй роботі, електронні обчислювальні ресурси та хмарні сервіси повинні не тільки підтримувати функції, необхідні для вирішення проблем подання і опрацювання наукових даних, зокрема великих даних, здійснення наукової співпраці і комунікації, поширення в науково-освітньому просторі результатів досліджень, але й працювати безперешкодно та інтуїтивно зрозуміло, при цьому не акцентуючи увагу на технічних деталях хмаро орієнтованих середовищ. Таким чином, сьогоденні потреби дослідницької та освітньої спільноти передбачають використання цілісного підходу в розробці

інтелектуальних мереж і систем нового покоління, що мають працювати узгоджено з компонентами розподіленого застосування.

Перспективи. Існує потреба в розширенні як інфраструктури хмарних систем, так і послуг, що надаються, щоб задовольнитизростаючі потреби наукових досліджень у даних (особливо викладачів). Це розширення стане можливим завдяки

дотриманню стратегії сталого розвитку. Крім того, стане можливим впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки, заснованих на нових технологіях, уроках і нових дослідницьких проектах (з урахуванням пропозицій і зауважень професорсько-викладацького складу).

Професійний розвиток необхідний для здійснення всіх етапів дослідження, що стає каталізатором для зміни культури проведення досліджень. Ці зміни в мисленні та культурі, підкріплені модернізацією сектора вищої освіти, у свою чергу, мають бути підтримані університетами / науково-дослідними установами, фінансуючими установами та європейською, регіональною та національною політикою.

Набуття та розвиток компетентностей відкритої науки є важливим, бо це матиме значний вплив на цілісність досліджень, що дозволить педагогам, вчителям та їх учням, викладачам та студентам (чи слухачам) уникнути плагіату, маніпулювання даними та фальсифікації даних.

Компетентності відкритої науки мають стати частиною освіти; ці навички потрібно формувати ще в учнів, оскільки науковці формуються з талановитих учнів. Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентностей відкритої науки.

Набуття навичок та навчання, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, будуть менш ефективними, якщо вони не лежать в основі та не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення

кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та підтримуються усіма суб'єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні.

Передбачається, що в результаті впровадження принципів відкритої науки Україна отримає низку переваг:

- можливість пропонувати цифрові сервіси та послуги для широкого кола користувачів (науковців, викладачів, студентів, слухачів, вчителів);

- більше можливостей для співпраці між дослідниками та промисловістю через спільні проекти;

- технологічне та ресурсне забезпечення участі України в European Open Science Cloud (EOSC), можливість реалізації пілотного проекту зі створення в Україні Національного центру EOSC тощо.

Доцільно в Україні, для ефективного розвитку відкритої науки:

- сприяти створенню у відкритому доступі наукових видань;

- розробити механізми стимулювання процесу трансформації існуючих видань у видання відкритого доступу;

- сприяти створенню репозиторіїв відкритого доступу, що містять наукові джерела;

- заохочувати вчених публікувати результати досліджень відповідно до принципів FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable);

- сприяти ефективному приєднанню України до Європейської хмари відкритої науки, зокрема для забезпечення надійної роботи та розвитку національної грид- та хмарної інфраструктури, а також їх інтеграції з аналогічними іноземними та міжнародними інфраструктурами, для підготовки спеціалістів, здатних працювати в галузі Data Science.

Відкрита наука передбачає надання відкритого доступу до результатів досліджень, роз'яснення та популяризацію наукових знань серед громадськості, педагогів та освітян. У короткостроковій перспективі очікується, що запровадження принципів відкритої науки забезпечить більшу

прозорість та цілісність наукових досліджень, а також у перспективі це підвищить якість науки та освіти в цілому.

Отже, в якості перспектив цифровізації освіти в контексті відкритої науки зазначимо:

- необхідність поширення інформації стосовно існуючих можливостей, послуг та переваг використання українських та міжнародних е-інфраструктур в процесі проведення наукових досліджень;

- забезпечення повноцінного доступу в українських вчених до міжнародних е-інфраструктур, тобто до світової бази знань, обчислювальних сервісів, консалтингу, досліджень у фундаментальній та прикладній сферах науки;

- створення центрів розвитку компетентностей для популяризації проведення досліджень з використанням е-інфраструктур, їх розвитку, навчання та підтримки користувачів;

- забезпечення відкритості наукових даних;

- необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів.

1.5. Обізнаність вчителів України щодо можливостей використання сервісів відкритої науки

Опитування вчителів закладів загальної середньої освіти України, проведене в межах виконання проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» у 2020-2021 роках 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 вчителів) користуються англомовними сервісами [149].

Анкета «Навички роботи з хмарними сервісами», розроблена для чотирьох груп слухачів дистанційного курсу освітян на базі Державного університету «Житомирська політехніка», складалась з 13 закритих запитань (3 дихотомічних та 10 альтернативних багатоваріантних) та одного відкритого, короткого. Опитування тривало 2020-2021 рр. Так серед опитаних 824 респондентів були вчителі: інформатики, математики, української мови та літератури, англійської мови, історії, біології, фізики, зарубіжної літератури, географії, хімії.

Так, якщо проаналізувати питання, які наявні в обох анкетах, то можна прослідкувати певні закономірності. Більшість респондентів (789 чоловік) вважає, що вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю (95,8%). Якщо ж оцінювати використання вчителями англомовних ресурсів (сервісів), то можна сказати, що 66,9% (551 респондент) не використовує, 31,8% (262 респонденти) використовують такі ресурси та 1,3% (11 чоловік) користуються лише друкованими англомовними ресурсами [87].

Одним з основних питань під час проведення констатувального етапу педагогічного експерименту є визначення найбільш розповсюджених сервісів серед вчителів, що використовуються ними під час підготовки до уроку (рис. 14). Це питання вкрай важливе, адже для подальшого впровадження хмаро орієнтованої методичної системи, потрібно мати хоча базові знання для використання хмарних сервісів та їх принципи роботи. Як видно з результатів опитування лише 548 респондентів використовують хмарні сервіси в підготовці до уроку (66,5%). 574 (69,7%) – все ще звикли користуватись локальними засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Тобто вчителі не можуть навіть оцінити переваги хмарних сервісів та їх використання в організації групової роботи учнів [87].

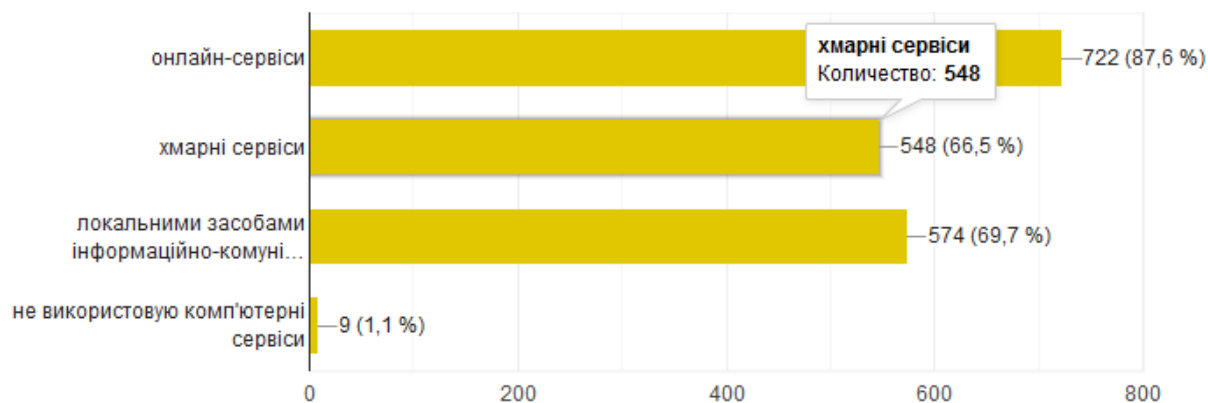


Рис. 14. Використання вчителями сервісів для підготовки до уроку [149]

Наступним етапом дослідження проблеми було оцінити навички та вміння вчителів використовувати окремі ресурси та сервіси на різних етапах проведення наукового дослідження. Адже, якщо вчитель в достатній мірі володіє навичками роботи з сервісами, то він в подальшому зможе навчити цього і своїх учнів запропонувавши їм як альтернативу, наприклад табличних процесорів. Які саме ресурси використовують вчителі для пошуку наукової (навчально-методичної) літератури показано на рис. 15. Серед варіантів відповідей обирали найбільш розповсюджені сервіси, ті які доступні вчителям. Також, до переліку були включені сервіси відкритої науки, оскільки вони можуть виступати окремими компонентами хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

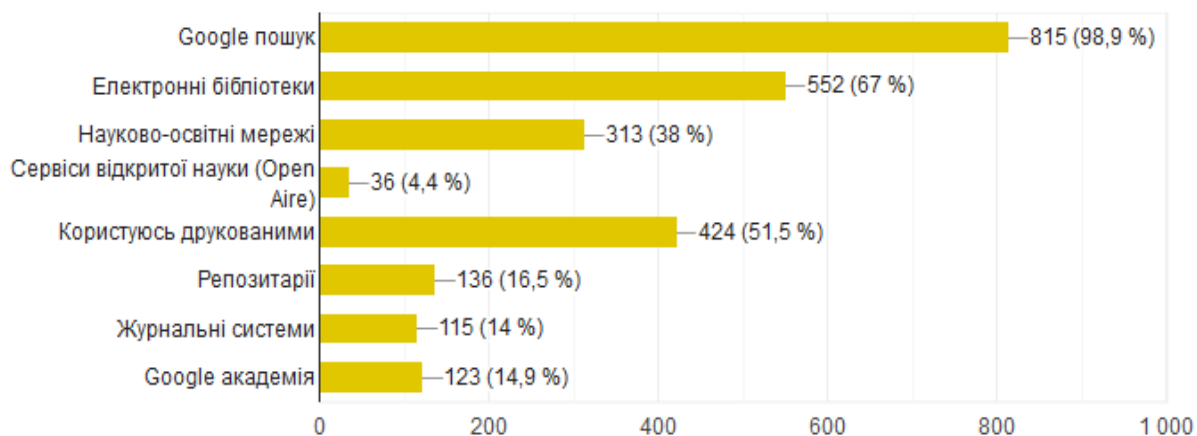


Рис. 15. Використання вчителями сервісів для пошуку літератури [149]

Як видно з діаграми, 98,9% опитаних (815 респондентів) використовують пошук в Google. Майже половина респондентів (424 чоловік, що складає 51,5%) користуються друкованими матеріалами для пошуку потрібного матеріалу. При цьому, майже поза увагою залишаються репозитарії (16,5%), журнальні системи (14%) та Google Академія (14,9%). Зрозуміло, що досить незначна кількість вчителів використовує сервіси відкритої науки (4,4%), оскільки чверть (лише 26,8%) з опитаних знайомі з концепцією відкритої науки (рис. 16). Це 221 респондент (26,8%) з 824 [149].

824 відповіді

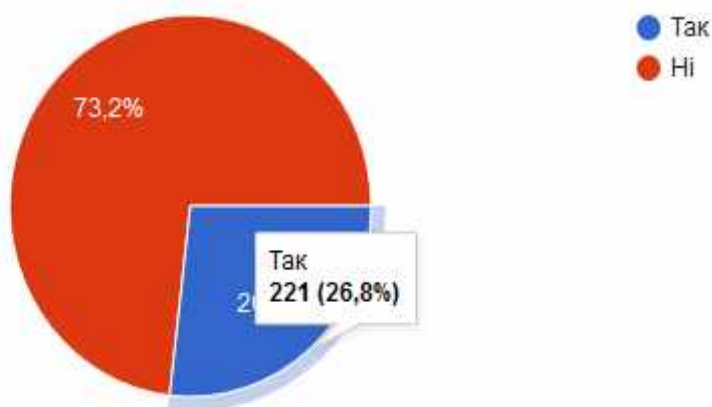


Рис. 16. Обізнаність вчителів з концепцією відкритої науки [149]

Про Європейську хмару відкритої науки знають ще менше респондентів – 191 (з 824 опитаних), що складає 23,2% (рис. 17). Ці питання були необхідні задля з'ясування стану обізнаності вчителів з останніми науковими тенденціями. Адже використання окремих компонентів Європейської хмари відкритої науки може бути досить корисним для підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї. Окрім цього, Європейська хмара відкритої науки містить близько 220 хмарних сервісів, які вчитель може вдало використати в навчальному процесі (основна перевага – вільний та безкоштовний доступ). Але це можливо лише за наявності відповідних методик.

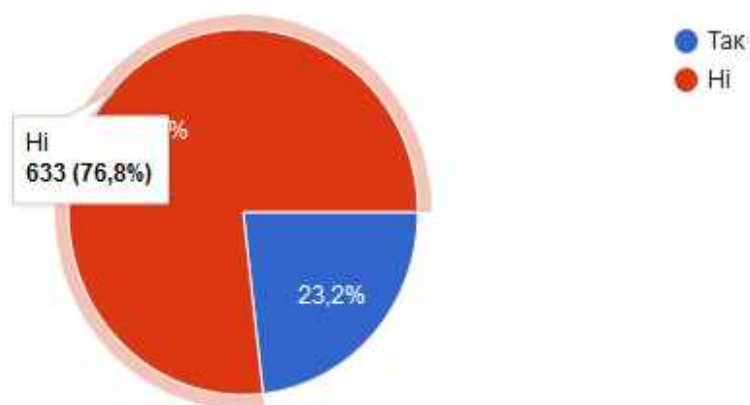


Рис. 17. Обізнаність вчителів про Європейську хмару відкритої науки [149]

Вчителі наукових ліцеїв повинні не лише привносити наукову складову в навчальний процес, але й вміти організовувати кожен етап науково-дослідної роботи учнів з використанням сучасних засобів ІКТ. Мабуть, одними з провідних сервісів, можна вважати саме хмарні сервіси, оскільки вони зорієнтовані на використання будь де та будь коли (на будь якому пристрої) та не обмежують учнів у використанні лише досить потужних пристроїв (не залежать від технічних характеристик того чи іншого пристрою). Тому було досліджено використання вчителями того чи іншого сервісу для організації спільної роботи учнів (рис. 18). Як видно з діаграми, найбільшою популярністю у вчителів користуються Google сервіси, їх обрали 667 респондентів (80,9%). Лише 20,3% опитаних (167 чоловік) використовують для організації спільної роботи учнів класу системи дистанційних курсів на зразок Moodle. Прикро, що 94 респонденти (з 824 опитаних, 11,4%) не використовують жодних сервісів для організації групової роботи учнів.

Аналіз відповідей (рис. 18) свідчить про низький рівень використання вчителями систем дистанційного навчання, спеціалізованих хмарних сервісів та окремого інструментарію Європейської хмари відкритої науки (0,6%). Це свідчить про те, що існують певні проблеми в підготовці вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, адже дана ситуація унеможлиблює повноцінну організацію навчального процесу з

використанням сучасних хмарних сервісів, засобів ІКТ на досить високому, науковому рівні [87].

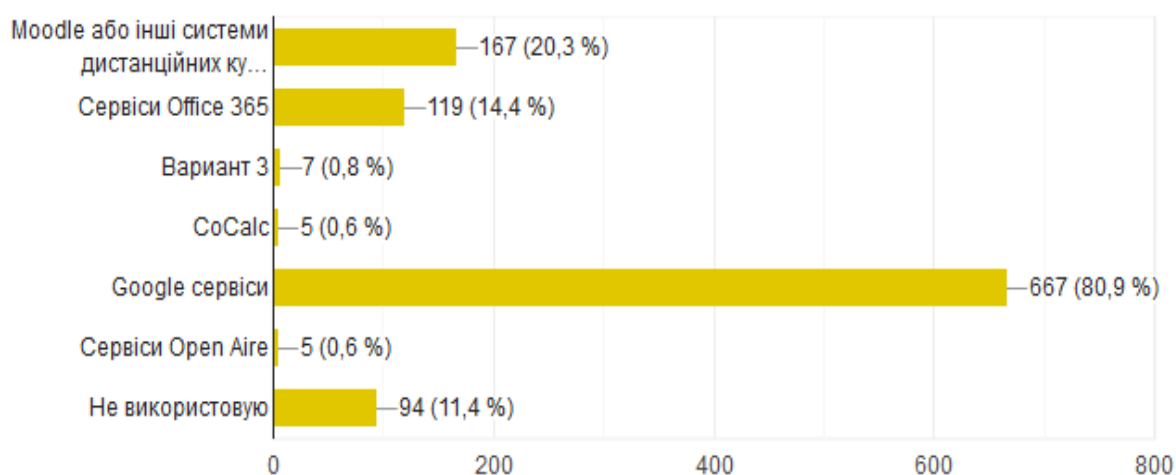


Рис. 18. Використання вчителями сервісів для організації спільної роботи учнів [149]

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 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 [149].

Окремим запитанням було досліджено використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами (рис. 19).

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 ВІДПОВІДІ

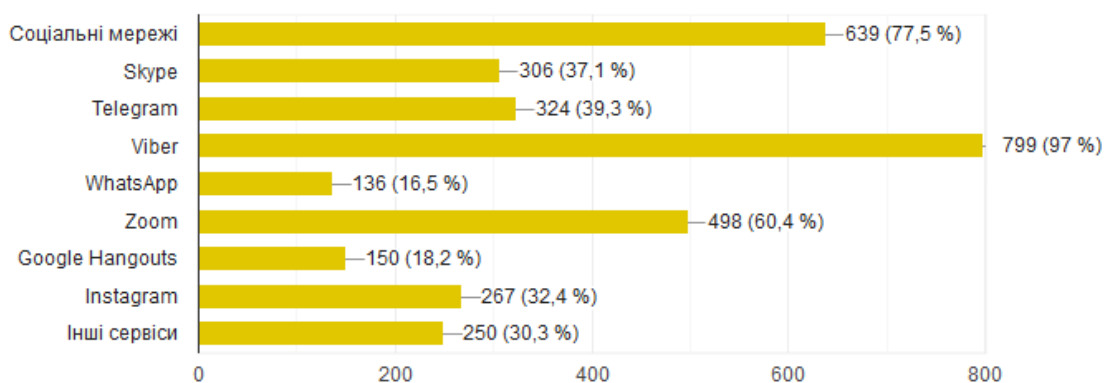


Рис. 19. Розподіл використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами [149].

Вважаємо, що частково проблема незначного використання вчителями сервісів відкритої науки, полягає в тому, що більшість з них – англійськомовні. Так лише 262 респонденти (31,8%) використовують англійськомовні ресурси та сервіси (рис. 20). Деякі з респондентів надає перевагу лише друкованим ресурсам, це 11 респондентів (1,3%). Однак, переважна більшість (551 респондент, що складає 66,9%) не використовує взагалі англійськомовні 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 [149].

Про низьку обізнаність з перевагами використання сервісів відкритої науки, можуть свідчити результати опитування (рис. 21) щодо можливих шляхів оприлюднення наукових результатів.

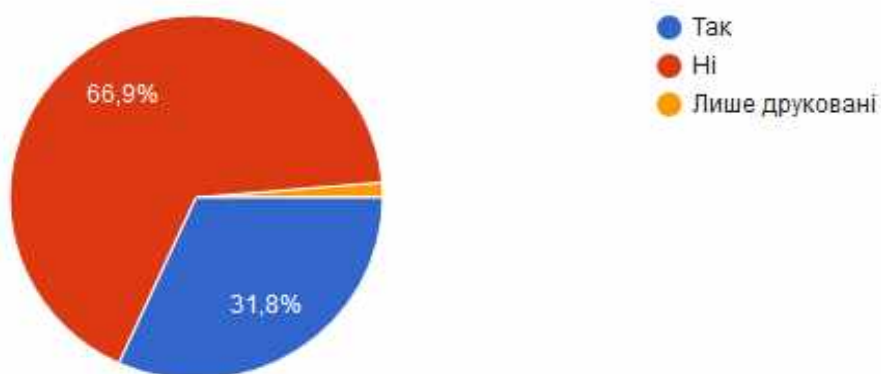


Рис. 20. Відсотковий розподіл використання вчителями англомовних ресурсів чи сервісів [149].

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.

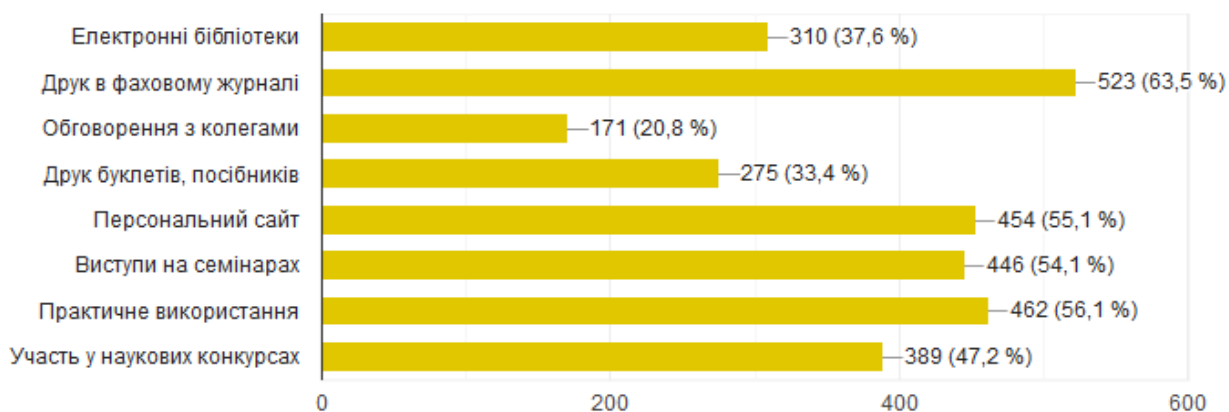


Рис. 21. Шляхи оприлюднення наукових результатів [149].

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%) [149].

Констатувальний етап педагогічного експерименту показав, що наразі більшість вчителів природничо-математичних предметів вже знайомі з хмарними сервісами та 66,5% з усіх опитаних (824 чоловік) та активно ними користуються (рис. 22).

Якими сервісами Ви користуєтесь під час підготовки до уроку?

824 ВІДПОВІДІ

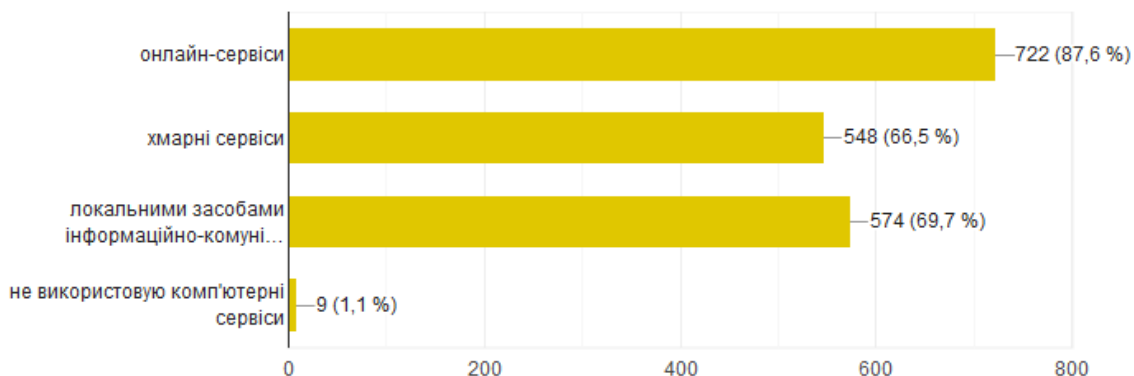


Рис. 22. Використання сервісів під час підготовки до уроку [149].

Опитування передбачало можливість обрати декілька варіантів відповідей, тому з діаграми видно, що найбільш розповсюдженими сервісами є – онлайн-сервіси (87,6%). Однак, під час бесіди та спостережень виявилось, що більшість респондентів знайомі лише з Google сервісами (рис. 23) чи сервісами Microsoft 365 (раніше – Office 365).

Якими сервісами для організації спільної роботи учнів Ви користуєтесь?

824 ВІДПОВІДІ

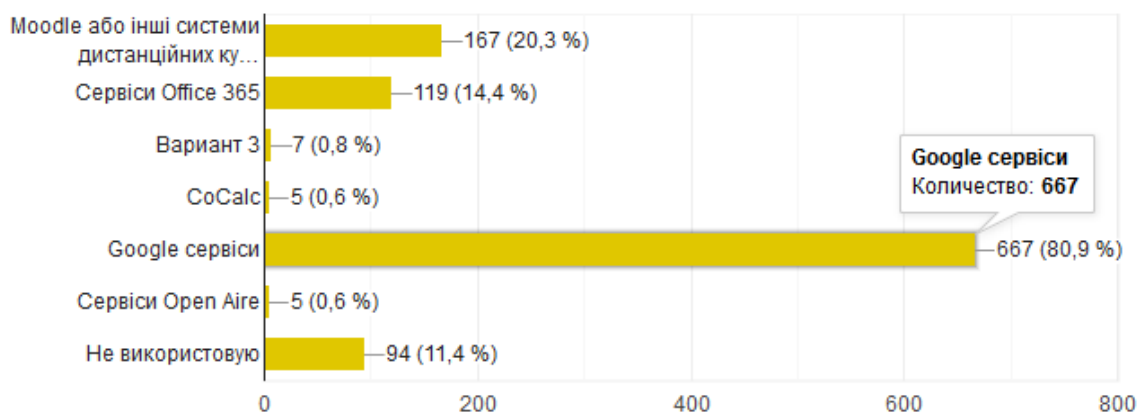


Рис. 23. Використання сервісів для організації спільної роботи [149].

Оскільки впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї у навчальний процес передбачає роботу з інструментарієм Європейської хмари відкритої науки, то постало питання навичок роботи з англійськими сервісами (які хоча і безкоштовні, проте не локалізовані). Було з'ясовано, що у вчителів найбільше труднощів викликають англійські сервіси, оскільки наразі відсутні методики їх використання та організації роботи та навчального процесу в цілому. Так, 66,9% (551 респондент) відповіли, що не використовують англійських ресурсів чи сервісів. Спостереження за декількома групами вчителів, що проходили курси підвищення кваліфікації показало, що впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї вимагає попередньої підготовки, зокрема навичок роботи з перекладачем, налаштувань браузера для автоматичного перекладу інтерфейсу хмарного сервісу чи хоча б базового рівня володінням англійської мови (рис. 24). До того ж, окремим пунктом розглядаються спеціалізовані хмарні сервіси які також не локалізовані та вимагають попередньої підготовки та готовності їх опанувати [149].

Чи використовуєте англійські ресурси, сервіси?

824 відповіді

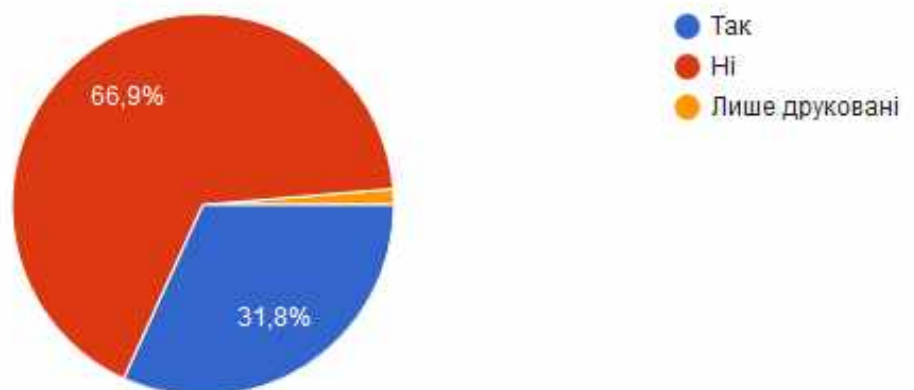


Рис. 24 Використання вчителями англійських ресурсів [149].

На думку респондентів, саме вчителям наукових ліцеїв може бути цікавим опанування принципів відкритої науки та їх подальше впровадження. Однак, використовувати сервіси для пошуку відкритих матеріалів та публікацій хочуть практично усі вчителі, але скоріше для підготовки конспектів, навчально-виховних заходів.

Проміжні спостереження на інших експериментальних майданчиках, показують, що під час впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї 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 експерименту 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 експерименту).

6. Учасникам експерименту 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.

На шляху до запровадження відкритої науки існує низка перешкод. Визначення цих перешкод має важливе значення для розроблення відповідної політики, рекомендацій, спрямованих на їхнє усунення та на посилення рушійних чинників. Спираючись на дослідження [131], виокремлюємо такі перешкоди:

Перешкоди мікрорівня:

- відсутність орієнтації на користувача/споживача – розроблення інструменту, методу, підходу чи ін. без урахування чи залучення потенційних споживачів/користувачів;

- обмежене використання – використання інструменту, методу, підходу чи ін. лише окремою, обмеженою групою користувачів чи інституцій;

- технологічні бар'єри – складність технологічних аспектів інструменту, методу, підходу чи ін. для потенційних користувачів;

- брак навичок – необхідність специфічних або надто складних навичок потенційних користувачів для використання інструменту, методу, підходу чи ін.;

- культурні і поведінкові бар'єри – невідповідність інструменту, методу, підходу чи ін. традиційним для певної групи виконавців підходам до проведення дослідження;

- недостатня поінформованість – обізнаність лише невеликої групи користувачів щодо існування певного інструменту, методу, підходу чи ін.

Перешкоди мезорівня:

- відсутність інституційної підтримки – відсутність фінансування з боку інституції для підтримки певного інструменту, методу, підходу чи ін.;

- відсутність фінансової підтримки – відсутність фінансування з боку спонсорів дослідження для підтримки певного інструменту, методу, підходу чи ін.;

- відсутність підтримки видавців – відсутність підтримки певного інструменту, методу, підходу чи ін. з боку видавців;

Перешкоди макрорівня:

- відсутність бізнес-моделей – відсутність бізнес-моделі для підтримки певного інструменту, методу, підходу чи ін.;

- відсутність стандартів – відсутність або обмежена доступність стандартів певного інструменту, методу, підходу чи ін.;

- складність масштабування – складність або неможливість поширення певного інструменту, методу, підходу чи ін. серед інших груп користувачів;

- відсутність різноманітності – неможливість використання певного інструменту, методу, підходу чи ін. в групами користувачів з іншим досвідом, традиціями, віруваннями тощо.

Перспективи

Передбачено, що в результаті запровадження принципів відкритої науки Україна отримає низку переваг:

- можливість пропонувати надійні цифрові послуги для різних категорій користувачів (не лише науковців);

- більше можливостей для колаборації між дослідниками та індустрією через спільні проекти;

- технологічна і ресурсна підтримка участі України в EOSC, можливість реалізації пілотного проекту для створення Національного центру EOSC в Україні та ін.

Для більш ефективного розвитку відкритої науки в Україні доцільно:

- сприяти створенню наукових видань відкритого доступу;

- розробити механізми стимулювання процесу перетворення вже існуючих видань на видання з відкритим доступом;

- сприяти створенню репозитаріїв з відкритим доступом, що містять наукові джерела;

- стимулювати науковців оприлюднювати результати досліджень відповідно до принципів FAIR;

- сприяти ефективному приєднанню України до EOSC, зокрема забезпечити надійну роботу та розвиток національної грид- і хмарної інфраструктури, а також їх інтеграції з подібними закордонними та міжнародними інфраструктурами, здійснювати підготовку фахівців, здатних працювати в сфері Data Science.

Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефективності, ширшому використанню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти.

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) [49].

Професійний розвиток необхідний для здійснення всіх етапів дослідження, що стає каталізатором для зміни культури проведення досліджень. Ці зміни в мисленні та культурі, підкріплені модернізацією сектора вищої освіти, у свою чергу, мають бути підтримані університетами / науково-дослідними установами, фінансуючими установами та європейською, регіональною та національною політикою.

Набуття та розвиток компетентностей відкритої науки є важливим, бо це матиме значний вплив на цілісність досліджень, що дозволить вчителям наукових ліцеїв та їх учням уникнути плагіату, маніпулювання даними та фальсифікації даних.

Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення

кваліфікації вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентностей відкритої науки. Набуття навичок та навчання, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, будуть менш ефективними, якщо вони не лежать в основі та не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та підтримуються усіма суб'єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні.

1. Необхідно поширення інформації стосовно існуючих можливостей, послуг та переваг використання українських та міжнародних е-інфраструктур в процесі проведення наукових досліджень.

2. Забезпечення повноцінного доступу в українських вчених до міжнародних е-інфраструктур, тобто до світової бази знань, обчислювальних сервісів, консалтингу, досліджень у фундаментальній та прикладній сферах науки.

3. Створення центрів розвитку компетентностей для популяризації проведення досліджень з використанням е-інфраструктур, їх розвитку, навчання та підтримки користувачів.

4. Забезпечення відкритості наукових даних.

5. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів.

1.6. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки

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

розвиток Європейського дослідницького простору та формування ідей відкритої науки [96]. Зокрема в 2015 році було розроблено концептуальний документ «Відкрита наука», який визначив п'ять основних пріоритетів відкритої науки [96].

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» [96].

26 жовтня 2017 року в Брюсселі була опублікована Декларація Європейської хмари відкритої науки, у якій сформульовано основні принципи формування хмари [96]. В основі цих принципів лежить концепція «Прозорих даних» (FAIR Data), тобто даних, які можна знайти, доступних, сумісних та придатних для повторного використання.

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

Отже, хмарні сервіси, хмарні платформи та загалом хмаро орієнтоване університетське середовище стають у центрі уваги щодо необхідності розгляду та підтримки відкритих наукових процесів та навчання та дослідницької комунікації з урахуванням пріоритетів відкритої науки. Ефективність хмарних обчислень при підтримці цих процесів видається надзвичайно важливою. Хмарні платформи найбільше підходять для завдань інтеграції та агрегування значної кількості різних сервісів, оскільки це необхідно для реалізації цілей відкритої науки. Тому існує необхідність інтеграції в навчально-наукове середовище університету великої кількості різноманітних засобів інформаційно-технологічної підтримки, як-от наукові та освітні інформаційні мережі, корпоративні мережеві інструменти та послуги для навчання та досліджень, а також різні мовні інструменти для підтримки багатомовного змісту, використання інтелектуальних освітніх агентів та роботів, баз даних тощо [51].

Тож хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище закладу освіти, концептуальні основи, принципи проєктування та розробки, а також моделювання та впровадження з урахуванням пріоритетів відкритої науки є одними з перспективних питань, які слід розглянути та обговорити.

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

В «Дорожній карті відкритої науки LIBER» [55] основними принципами відкритої науки, вважається відкритість, прозорість та підзвітність у всіх аспектах досліджень.

У дослідженні [55] обґрунтовано дві категорії принципів, згідно з якими відбувається формування хмаро орієнтованого середовища: принципи відкритої освіти та специфічні принципи (характерні винятково для хмаро орієнтованих середовищ). У даному дослідженні порушена проблема обґрунтування принципів до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Водночас частина принципів формування і розвитку хмаро орієнтованого середовища трансформується в принципи відкритої науки, а частина залишиться без змін (специфічні принципи, притаманні проєктуванню хмаро орієнтованих систем).

При визначенні принципів відкритої науки, які доцільно застосовувати в закладах освіти при формуванні хмаро орієнтованих систем відкритої науки, доцільно орієнтуватись на методологічні засади відкритої освіти (В. Ю. Биков) [1], враховуючи те, що хмаро орієнтовані системи є наступним етапом розвитку систем відкритої освіти, що дозволяють реалізувати її принципи на більш високому рівні.

Ґрунтуючись на цих засадах, принципами формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної освіти слід вважати такі:

- принципи свободи вибору науковця – можливість вільного вибору спеціальності, рівня освіти, які вони бажають здобувати; навчальної програми з варіантів, що пропонуються закладом освіти; керівника, інших учасників

наукового колективу відповідно до цілей і завдань дослідження, зокрема в міжнародному контексті;

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

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

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

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

- еквівалентності процедур оцінювання якості досліджень – приведення якості досліджень у відповідність до національних і міжнародних стандартів,

використання таких індикаторів і засобів вимірювання результатів, які визнаються на міжнародних ринках освітніх послуг;

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

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

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

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

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

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

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

- престижності – полягає у формуванні в суспільстві думки щодо престижу проведення досліджень у відкритих системах, що гуртуються на

підходах відкритої науки, в усвідомленні переваг і перспектив, які забезпечує відкрита наука в сучасних умовах розвитку суспільства;

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

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

Принципи проєктування відкритих наукових систем, такі: відкритий доступ; відкриті дані; відкрита комунікація і оцінювання та ін.

До специфічних принципів, характерних для хмаро орієнтованих систем, належать персоніфікація сервісів; уніфікація інфраструктури; гнучкість та масштабованість та ін.

Спираючись на аналіз попередніх науково-методичних досліджень, у яких були визначені методологічні підходи, на яких ґрунтується формування хмаро орієнтованих систем, можна запропонувати використовувати ці підходи також для проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, зокрема це такі, як загальнонаукові та специфічні [55].

До загальнонаукових підходів належать такі: аксіологічний; гуманістичний; компетентнісний; особистісно орієнтований; системний; синергетичний.

До специфічних підходів належать такі: порівняльний, когнітивний, діяльнісний, пракселогічний, диференціальний, дослідницький.

Специфічні принципи (характерні саме для хмаро орієнтованих систем), мають риси: адаптивності; персоніфікації постачання сервісів; уніфікації керування інфраструктурою освітньо-наукового середовища; повномасштабної інтерактивності засобів ІКТ хмаро орієнтованого середовища; гнучкості і масштабованості доступу до засобів і ресурсів хмаро орієнтованого середовища; консолідації даних і ресурсів; стандартизації і сумісності; безпеки і надійності; інноваційності та інші [43].

РОЗДІЛ II ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

2.1. Сервіси відкритої науки у сучасному освітньому просторі

Із поширенням хмаро орієнтованих рішень, змінюються способи організації доступу до електронних ресурсів, їхня структура і функції, урізноманітнюються форми роботи з ними. Концептуальною відмінністю даного підходу є те, що не лише ресурси, але й сервіси є віртуальними, існують «в хмарі», що створює сприятливі умови для ширшого доступу до різних типів сервісів. Формування і підтримування в актуальному стані мережних електронних інформаційних ресурсів, засобів і сервісів відкритої науки можна досягти шляхом запровадження спеціальних цифрових інструментів на основі хмарних рішень:

- спеціалізовані пошукові системи: BibSonomy – обмін закладами та списками літератури; Biohunter – пошук літератури, статистика даних, читання, сортування, зберігання, пошук експертів за напрямом, пошук журналів; DeepDyve – миттєвий доступ до журналів різної тематики; Google Scholar – пошук наукової літератури за різними дисциплінами і галузями знань, моніторинг цитувань; Microsoft Academic Search – пошук інформації про наукові роботи, авторів, конференції, журнали тощо; MyScienceWork – вільне і доступне поширення наукової інформації; Paperity – агрегатор статей і журналів, розміщених у вільному доступі; SSRN – багато-дисциплінарний репозиторій наукових досліджень і матеріалів з галузі соціальних наук; Zotero – засіб для пошуку, систематизації, цитування і обміну науковими ресурсами та ін.;

- сервіси візуалізації контенту: Colwiz – засіб для створення цитат і бібліографії, створення дослідницьких груп у «хмарі» для обміну даними, файлами, джерелами тощо; Interactive Science Publishing – засіб для публікування великих наборів даних; Mendeley – платформа, що складається з

соціальної мережі, менеджера посилань, засобів візуалізації статей; PaperHive – засіб для спрощення дослідницької комунікації (обговорення «всередині» документів) та ін.;

- сервіси для ефективного зберігання й обміну даними: ContentMine – оприлюднює 100.000.000 фактів з наукової літератури; DataBank – інструмент аналізу та візуалізації, що містить колекції даних з різних напрямів; DataCite – легкий доступ до даних досліджень через ідентифікатори даних; DataHub – публікування або зареєстрування даних, створення та управління групами та спільнотами; Dataverse Network – засіб для пошуку, обміну, цитування, архівування дослідницьких даних; Figshare – управління дослідженнями в «хмарі», налаштування параметрів доступу (для всіх або для окремих користувачів); Open Science Framework – мережа дослідницьких документів, система підтримки співпраці, онлайн комунікації; Peer Evaluation – репозиторій даних, документів, мультимедіа, платформа для онлайн дискусій і відкритого рецензування; re3data – глобальний реєстр репозиторіїв досліджень та ін.;

- сервіси для зв'язку і комунікації: Academia – сервіс для обміну і пошуку досліджень і дослідників; GlobalEventList – каталог наукових заходів по всьому світу; LabRoots – соціальна мережа для дослідників; Mendeley – платформа, що складається з соціальної мережі, менеджера посилань, засобів візуалізації статей; ResearchGate – соціальна мережа для дослідників; AcademicJoy – сервіс для обміну науковими ідеями та онлайн спілкування; Kudos – сервіс для обміну результатами досліджень та обговорень; Publiscize – сервіс для поширення й обміну науковим досвідом; SciVee – платформа для обміну науковими відео та ін.;

- репозиторії наукових робіт: ArXiv – репозиторій статей за напрямками досліджень фізика, математика, інформатика, біологія, фінанси та статистика; bioRxiv – сервіс розміщення препринтів з біологічних дисциплін; Figshare – розміщення наукових матеріалів та управління ними в «хмарі», налаштування параметрів доступу (для всіх або для окремих користувачів); Peer Evaluation –

репозиторій даних, документів, мультимедіа, платформа для онлайн дискусій і відкритого рецензування; Peerage of Science – сервіс підтримки рецензування препринтів наукових статей; PeerJ PrePrints – репозиторій препринтів статей з біологічних і медичних наук; SlideShare – спільнота для обміну презентаціями та ін. професійним контентом; Zenodo – платформа, що дозволяє дослідникам обмінюватися та зберігати результати своїх досліджень та ін.;

- сервіси перевірки на плагіат: Advego Plagiatus, Analysis, Antiplagiat, Content watch, EduBirdie, eTXT Антиплагиат (зараз AntiPlagiarism.Net), Findcopy, Monster Antiplagiat Pro, Plagiarisma, Text.ru, Copyscape та ін.

Наше дослідження показало, що деякі цифрові ресурси можливо і доцільно використовувати також педагогічним і науково-педагогічним працівникам 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 знаходиться у безкоштовному онлайн доступі цілодобово, а це дає можливість навчатися у будь-який час з будь-якого пристрою (комп'ютеру, планшету, смартфона) [12].

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 [12].

Відкритий Університет Майдану (ВУМ) 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 [144].

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 [144].

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 [144].

У документі "Відкриті інновації, Відкрита наука, Відкритість до світу – візія для Європи" [4] 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 [144] 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 EOSC [144].

У дослідженні [144] 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 [144].

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 [144].

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 [144].

Проаналізувавши зазначене вище було виконано узагальнення та здійснено систематизацію інструментів відкритої науки для самоосвіти педагогічних працівників, які згруповано у таблиці 3.

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 відеоконференцз'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

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 фахівців освіти.

Отже, відкрита наука зумовлює зміну самої культури наукових досліджень. Прозорість відкритої науки спрощує процеси тестування результатів досліджень, оцінювання їхньої якості, надійності, валідності, відтворюваності тощо. Використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефективності, ширшому запровадженню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти.

2.2. Технології відкритої науки та штучного інтелекту в освіті

У зв'язку з тим, що в Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн уроків (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу. Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки.

Використання та впровадження хмарних сервісів відкритої науки буде доречним в будь-яких закладах загальної середньої освіти, закладах вищої освіти. Це призведе до формування та розвитку компетентності з відкритої науки на всіх рівнях освіти. Такі поняття, як відкрита наука, відкриті дані, SMART-дані, FAIR-дані в більшості випадків напряду пов'язані зі штучним

інтелектом. Для штучного інтелекту та глибокого навчання, позначені та немарковані набори даних стають важливими для машинного навчання та навчання моделям штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту може допомогти учням виконувати звичайні завдання в навчальному процесі та визначити попередній рівень підготовки. Разом із цими перевагами є й інші серйозні проблеми. Одним із основних і важливих питань є конфіденційність. Слід зробити штучний інтелект доповненням до навчальних матеріалів розроблених вчителем.

Можливості відкритої науки дають змогу новому глобальному мережевому поколінню відкривати для себе науку та сучасні знання. Штучний інтелект можна використовувати в освітньому процесі як помічника вчителя, на додаток до його використання для створення персоналізованого навчального середовища та забезпечення зворотного зв'язку з учнями. Для тих вчителів, хто робить перші кроки з використання штучного інтелекту під час проведення уроку слід звернути увагу на зображення, створені штучним інтелектом. Але існують і ризики, які можуть бути спричинені використанням штучного інтелекту в освіті: зниження ролі вчителя, зниження креативності та навичок критичного мислення учнів, ризик збільшення розриву між учнями з високим і низьким соціально-економічним статусом.

Нова захоплююча інфраструктура онлайн-бібліотек тепер доступна для відкритих наукових даних і даних експериментальних досліджень. Ці можливості надають онлайн-сховища даних, дослідницькі екосистеми та відкриття штучного інтелекту. Разом вони краще орієнтують наукові дослідження на відкриття та нові можливості [179]. Електронні бібліотеки наборів зображень підкреслюють важливість екосистем онлайн-сховищ даних для відкритої науки в екосистемах цифрових бібліотек, зокрема, штучного інтелекту та нових відкриттів.

Сьогодні інструменти, створені на основі штучного інтелекту, можна використовувати навіть через браузер в Інтернеті. Тому інструменти штучного інтелекту можна використовувати не лише через персональні

комп'ютери, а й через смартфони та планшети. Хоча дані інструменти використовують переважно для розваг, більшість з них мають потенціал для використання в освітніх цілях.

Широке залучення штучного інтелекту починає змінювати освітній ландшафт, зокрема і в освіті дорослих. Для освіти цінними є підходи штучного інтелекту у віртуальних класах (студентських чи для підвищення кваліфікації спеціалістів різного профілю).

В зв'язку з тим, що в Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн уроків (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу (як для учнів так і студентів). Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки.

Суттєвий взаємозв'язок відкритої науки та штучного інтелекту демонструє відкриття наукової нейронної мережі глибокого навчання в якій використовується розпізнавання об'єктів і великі дані для машинного навчання та навчання нейронних мереж університету США (Стенфорд). Модель Стенфордської нейронної мережі штучного інтелекту та забезпечення спорідненості з методологіями географічно розподілених екосистем відкривають дослідження нейронної мережі штучного інтелекту за допомогою наборів даних, доступних в Інтернеті [179].

Техаське сховище [102] є гарним прикладом онлайн-сховища даних. Сховище об'єднує дані різних окремих університетів для систематизації та пошуку. Репозиторій можна легко налаштувати на консорціальному, державному чи міжнародному рівнях. Обидва приклади ілюструють корисність та практичне спрямування відкритої науки. Онлайн-репозиторії відкритих даних у наукових екосистемах, орієнтованих на дані, забезпечують майбутній прогрес науки та відкриттів.

У дослідженні [105] було зроблено спробу визначити можливість використання зображень, згенерованих штучним інтелектом, в освіті. Для цього використовувався інструмент DALL·E AI, розроблений OpenAI. У дослідженні [144] вивчено підходи до використання штучного інтелекту у віртуальних класах, а також їхні переваги для покращення розуміння слухачами курсу.

У дослідженні [53] оцінюються гіпотези, як студенти сприймають використання програм штучного інтелекту в освіті, а також як заклади освіти підготовлені до цього та як суспільство загалом відреагує на широке впровадження штучного інтелекту в освіту. Було показано [119], що в переважній більшості в якості засобів штучного інтелекту в освіті переважають чат-боти. Штучний інтелект має перспективу у використанні для персоналізованого, масштабованого та доступного навчання. Результати [134] підтверджують позитивний вплив штучного інтелекту та обчислювальних наук на успішність студентів, було виявлено підвищення мотивації до навчання, особливо в сфері STEM. Різноманітність роботи штучного інтелекту та науковців, які безпосередньо працюють над проблемами впровадження штучного інтелекту в різні галузі суспільства, а також пропозиції з приводу ширшої практики відкритості для простору штучного інтелекту досліджено в роботі [122].

Обґрунтування та розробка методології використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної освіти як одного з перспективних напрямів підвищення якості освітнього та наукового процесу, модернізації освітнього та наукового середовища, використання засобів хмарних обчислень та послуги описано в попередньому дослідженні [55]. Наголошується, що впровадження хмарних обчислень є актуальною тенденцією розвитку сучасних педагогічних систем ІКТ. При цьому, впровадження принципів відкритої науки стає можливим вже в закладах загальної середньої освіти (наприклад, в наукових ліцеях). Використання та впровадження хмарних сервісів відкритої науки буде доречним не лише в

ліцях, а в будь-яких закладах загальної середньої освіти. Це призведе до формування та розвитку компетентності з відкритої науки на всіх рівнях освіти, більшому поширенню відкритої науки в Україні та дотримання принципів відкритої науки в суспільстві (а не лише виключно в науковій спільноті). Крім того, використання вчителями сервісів Європейської хмари відкритої науки надасть доступ до останніх наукових відкриттів, залучення до світового досвіду учнів та використання вчителями та учнями найновіших цифрових технологій. Формування та підвищення рівня компетентності з відкритої науки позитивно вплине на рівень ІК-компетентності вчителів (його зростання), оскільки складники компетентності з відкритої науки частково перетинаються зі складниками ІК-компетентності. Тому в попередньому дослідженні [55] було обґрунтовано рекомендації щодо впровадження відкритих наукових систем у навчальний процес. Такі поняття, як відкрита наука, відкриті дані, SMART-дані, FAIR-дані в більшості випадків напряду пов'язані зі штучним інтелектом.

Термін «штучний інтелект» є відносно новим, тому вимагає додаткового обґрунтування. Штучний інтелект – це інструментарій системи чи сервісу з використанням якого можна збирати та адаптувати дані користувача (або дані, що розміщені у відкритих репозитаріях), та на їх основі генерувати нові рішення чи висновки, відповідно до поданого запиту користувача.

До змісту поняття «відкрита наука» відносимо відкриті та доступні знання, які поширюються та розвиваються через спільні загальнодоступні наукові мережі.

При цьому під компетентністю з відкритої науки розуміємо здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення успішно здійснювати науково-дослідну діяльність відповідно до принципів відкритої науки [21]. Згідно досліджень О. Г. Глазунової та М. П. Шишкіної до принципів відкритої науки віднесемо [135]: принцип відкритого доступу до результатів досліджень та процесів, принцип технологічного розвитку,

принцип взаємодії з суспільством, принцип дослідницької співпраці, принцип інноваційного характеру відкритої науки.

До складників компетентності з відкритої науки віднесемо чотири основні категорії [55]: навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення; навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід, що впливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

В іншому дослідженні [117] висвітлено перспективні способи надання доступу до хмарних платформ та інструментів для підтримки процесів спільного навчання та дослідження. Впровадження сервісів хмарних обчислень відкритої науки є перспективним напрямом у розвитку сучасних ІКТ-педагогічних систем. Аналіз та оцінка наявного досвіду використання різних типів програмних пакетів для підтримки процесів навчання та дослідження в хмарному середовищі мало позитивні результати. Зрозуміло, що відкрита наука в першу чергу призначена для спільноти науковців, однак, проектування та використання хмарного відкритого навчально-дослідницького спільного середовища із залученням хмарних компонентів на основі AWS virtual desktop, IBM Box, WPadV4 позитивно вплине на навчальний процес закладів вищої освіти. Спільне навчання та дослідження, залучення до групи науковців буде корисним досвідом для студентів, магістрів та аспірантів. Це дасть змогу досягнути більш широко кожен етап наукового дослідження, засвоїти принципи відкритої науки та дотримуватись їх і в подальшій професійній діяльності.

Нові можливості для відкритої науки створені завдяки: угрупованням глобальних мереж, новим потужним алгоритмічним моделям глибокого навчання нейронних мереж штучного інтелекту та можливостям онлайн-зберігання та пошуку в сховищах досліджень даних. Ці приклади показують,

як нові інфраструктури можуть бути використані для створення майбутніх методологій штучного інтелекту для наукових відкриттів у 21 столітті [179].

Онлайн-репозиторій досліджень даних дозволяє ділитися, публікувати та архівувати дані дослідника. Це водночас платформа для керування даними та метаданими дослідника та установи, і ефективна глобальна стратегія архівування та обміну даними.

Цифровий репозиторій також можна розмістити в більшій цифровій системі. Ця система надає великі можливості для впровадження методологій, орієнтованих на дані. Загальними характеристиками такої цифрової системи є програмне забезпечення з відкритим кодом, активні спільноти розробників, комунікація та компоненти сховища вмісту [108].

Дані доступні в різних типах файлів, форматах, носіях і розмірах. Для штучного інтелекту та, зокрема, нещодавнього глибокого навчання, позначені та немарковані набори даних стають важливими для машинного навчання та навчання моделям штучного інтелекту. У рамках відкритої науки метадані (маркування) є ключовими.

Наразі дослідники все більше визнають, що потрібні «більші» сховища даних. Окрім спеціальних потреб у сховищі великих даних, запитів на дуже «великі дані» все ще мало, але ці запити зростають. Наразі «Великі дані» є серед запитів на набір функцій нових репозиторіїв досліджень даних, але не в першому списку, який хотіли б бачити більшість дослідників. Вище в цьому списку нових функцій є довгострокове збереження цифрових даних. Починаючи з аналізу даних і візуалізації, ці інструменти та запити на грамотність даних допомагають дослідникам із дисциплін, не пов'язаних з комп'ютерними науками, використовувати нові методології штучного інтелекту, такі як ті, що передаються через нейронні мережі та глибоке навчання (глибинне навчання). Глибоке навчання – це один з методів машинного навчання, що базується на певному масиві алгоритмів.

Останні п'ять років (2017-2022) показали значний прогрес і досягнення в аналітичних обчислювальних інструментах і відкриттях. Особливо це

стосується методологій, пов'язаних із новими сферами штучного інтелекту. Машинне навчання, глибоке навчання та дослідження нейронних мереж показали певний потенціал для прориву парадигми відкритої науки. Ці досягнення варіюються від комп'ютерного бачення (розпізнавання обличчя/об'єктів) до обробки природної мови (розпізнавання мовлення в текст і переклад) до кібербезпеки (виявлення шахрайства). Досягнення також включають розмовні чат-боти, роботизованих агентів і стратегічне мислення. Це стало можливими завдяки комбінації кращих алгоритмів, більшої обчислювальної потужності, точніших схем метаданих, онлайн-наборів даних і, дедалі частіше, сховищ і систем відкритих наукових досліджень [108].

Можливості машинного навчання штучного інтелекту також ефективно використовуються завдяки попередньому навчанню алгоритмам і застосуванню нових наборів даних звичайного розміру. Нові можливості відкриваються завдяки поєднанню сховищ дослідницьких даних і готовності дослідників ділитися своїми дослідженнями та наборами даних через відкриту науку. Це дозволяє іншим дослідникам у всьому світі застосовувати алгоритмічне машинне навчання та ґрунтуватися на попередніх моделях до доступних нових онлайн-даних досліджень. Зображення, дані та метадані можуть бути легко завантажені, розархівовані та використані дослідниками для навчання нейронної мережі.

Можна використовувати сховища дослідницьких даних, щоб полегшити відкриту науку в усьому світі шляхом повторного використання набору даних онлайн. Це відбувається завдяки навчанню дослідників в інших областях земної кулі та подальшому розвитку попередніх моделей глибокого навчання та нейронних мереж.

Це є прикладом можливостей відкритої науки та штучного інтелекту, що працюють на глобальному рівні завдяки потужності екосистем цифрових даних і здатності агрегації сховищ даних. Вміст і спеціалізовані набори даних зображень зі спеціальними позначеними метаданими можуть бути зібрані онлайн, які інакше були б недоступні. Тепер ці дані можна легко об'єднати,

використовувати, переглядати та покращувати за допомогою нових алгоритмічних методів машинного навчання.

За останні роки з'явилося багато інструментів, які змінюють життя користувачів і забезпечують зручність у сфері штучного інтелекту. Наприклад, Google Translate, який пропонує переклад понад 100 мовами, може працювати через браузер і автоматично виконувати дуже точні переклади. Крім того, такі інструменти, як Siri і Google Assistant, які дозволяють людям ставити запитання та отримувати відповіді, стали невід'ємною частиною смартфонів. Такі інструменти, як ChatGPT, можуть швидко надавати відповіді на будь-які запитання, пояснення, наведення прикладів, написання віршів чи оповідань і узагальнення тексту [105]. Також, за останні роки відбулися значні розробки в обробці та створенні зображень. Візуальні послуги, створені на основі текстів, виражених природною мовою, сьогодні також дуже розвинені. Приклади інструментів, які дозволяють вводити текст для створення реалістичних зображень, включають Stable Diffusion та Imagen: Text-to-Image Diffusion Models [53].

Використання штучного інтелекту може допомогти учням виконувати звичайні завдання в навчальному процесі та визначити попередній рівень підготовки. Це розглядається як важлива вимога для представлення того, як штучний інтелект можна використовувати для досягнення таких цілей, як академічні досягнення учнів.

Дослідники технологій та експерти з викладання іноземних мов в першу чергу зацікавилися методами штучного інтелекту. Програми штучного інтелекту, які використовують машинне навчання, стають все більш поширеними в різних галузях, включаючи клінічні, сільськогосподарські та освітні дослідження. Ці програми мають великі перспективи для використання в різних контекстах. Однак, існують і деякі перешкоди для точного впровадження, сприятливих результатів і вищого рівня досягнень при використанні штучного інтелекту в освітніх контекстах [106].

Не менш важливе значення мають індивідуальні якості дитини. Ефективність навчання є однією з переваг інтеграції програм штучного інтелекту в освітні системи. Якщо заклади освіти та суспільство схвалюють важливість інтеграції цих передових програм у навчальне середовище, залучення зацікавлених до навчання учнів та студентів збільшиться [54]. У деяких країнах тип апаратного та технологічного програмного забезпечення, що використовується в навчальному середовищі, впливає на готовність учнів/студентів застосовувати цифрові технології. Додаткові аспекти, які мають значний вплив на сприйняття студентами інноваційних технологій, включають меншу тривожність навчання, готовність використовувати ці технології та досягнення в знаннях.

Можна виокремити два типи штучного інтелекту, це: штучний інтелект, який базується на правилах, і штучний інтелект, який базується на машинному навчанні. Штучний інтелект на основі правил використовує правила прийняття рішень, щоб створити або запропонувати рекомендацію чи вирішення поставленого запиту. Прикладом цього є система інтелектуального репетитора, яка може надати граматику і конкретний зворотній зв'язок для учнів. Штучний інтелект, заснований на машинному навчанні, є набагато потужнішим, оскільки машини (орієнтовані на комп'ютер) можуть фактично навчатися та ставати кращими з часом, особливо коли вони працюють із великими багатозначними наборами даних. В освіті інструменти штучного інтелекту на основі машинного навчання можна використовувати для різноманітних завдань, таких як моніторинг активності учнів і створення моделей, які точно передбачають результати поведінки учнів. В рамках штучного інтелекту є ще одна підгалузь – обробка природної мови, тобто використання програмного забезпечення для розуміння, прогнозування, перекладу та запису текстового вмісту. Експерти досліджують способи використання голосового штучного інтелекту для діагностики читання та інших академічних проблем. Сьогодні використання штучного інтелекту, який базується на машині, вже прийнято в освіті. Кілька тестових компаній

(наприклад, Pearson) використовують обробку природної мови для оцінки есе [109].

Комунікативні навички є важливими у взаємодії між людьми. Високий рівень комунікативних навичок є ключовим для навчання дорослих. Ефективна комунікація безумовно може вплинути на навчальний процес. Комунікативні навички приймають, цінують вербальні аспекти розмови, переговори та розмови та невербальні аспекти, такі як письмо, міміка та мова тіла. В освіті дорослих, однак, домінує аудіальна комунікація. Тому для освіти дорослих в першу чергу звертають увагу на наступні технології штучного інтелекту [144]: машинне навчання, штучна нейронна мережа, глибоке навчання та комп'ютерний зір.

В дослідженні [57] вказано наступні переваги використання штучного інтелекту в системі освіти:

1. Системи штучного інтелекту адаптуються до навчальних потреб кожного учня та цілей відповідно до їх сильних та слабких сторін.

2. Системи штучного інтелекту аналізують і спостерігають за поточним стилем навчання учня та наявними здібностями та надають налаштований шаблон вмісту та підтримки.

3. Системи штучного інтелекту оцінюють не лише закриті відповіді у тестовому форматі, але й описові.

4. Завдяки штучному інтелекту учні не соромляться робити помилки, що є невід'ємною частиною навчання, а потім отримують зворотний зв'язок у реальному часі для внесення необхідних виправлень.

5. Використовується адаптивне навчання учнів на початковому рівні, а потім поступово переходить до наступного етапу, завершуючи попередній.

6. Штучний інтелект може надати учням доступ до освіти відповідно до потреб, наприклад шляхом читання змісту учневі з вадами зору.

7. Штучний інтелект можна дозовано використовувати і в дошкільній освіті для представлення інтерактивних ігор, які навчають і розвивають у дітей базові навички.

8. Можна використовувати для створення навчального контенту: широко використовуються програми штучного інтелекту, які перетворюють голос у текст.

Разом із цими перевагами є й інші серйозні проблеми. Одним із основних і важливих питань є конфіденційність. Як ці навчальні інструменти захищають персональні дані користувачів? Іншими словами, штучний інтелект не може замінити вчителів. Експерти також відзначають недоліки використання штучного інтелекту: можуть знизитись когнітивні здібності як учителів, так і учнів. Занадто сильна залежність від технологій також матиме негативні наслідки. Слід зробити штучний інтелект доповненням до навчальних матеріалів розроблених вчителем. Вчителям і учням не слід нав'язувати надмірне використання штучного інтелекту.

Для тих вчителів, хто робить перші кроки з використання штучного інтелекту під час проведення уроку слід звернути увагу на зображення, створені штучним інтелектом. Використання подібних зображень будуть корисними для:

1. Збагачення педагогічної діяльності (зображення, створені штучним інтелектом, можуть допомогти пояснити теми та ідеї в більш інтерактивний спосіб).

2. Уникнення проблем з авторськими правами (оскільки зображення, створені штучним інтелектом, є оригінальними та унікальними, вони усувають проблеми з авторським правом).

3. Відтворення подій (історичні чи соціальні події можна відтворити та візуалізувати).

4. Конкретизації змісту навчання (зміст абстрактного уроку можна візуалізувати).

5. Збагачення освіти в Інтернеті (їх можна використовувати для створення інтерактивних зображень).

6. Усунення непорозумінь концепції (учні можуть перевірити, чи правильні уявлення у них склалися при вивченні тієї чи іншої теми).

7. Усунення проблеми недостатнього контенту (не всі зображення, що шукають за ключовим словом в Інтернеті, доступні).

Але існують і недоліки використання контенту, створеного штучним інтелектом: можлива низька якість зображень; служба штучного інтелекту, яка їх створює, може мати на них авторські права; деякі зображення, створені для певних текстів, можуть не відповідати текстам. Тому для створення зображень можна використовувати різні тексти.

Сховища даних і можливості цифрової наукової екосистеми сприяють циклу академічних досліджень, прогресу знань і відкриттів. Спільне використання даних тепер стало доступним завдяки можливостям мережових комунікацій і технологій контенту. Такий обмін між дослідниками на глобальній арені забезпечує прозорість щодо гарантії якості знань, починаючи від експертної оцінки онлайн і закінчуючи доступністю даних і досліджень для цитування, відкриття, завантаження та прагматичного використання.

У поєднанні з іншими можливостями системи, такими як відкриті онлайн-журнали академічних досліджень, дисертації і системи керування онлайн-ідентифікацією (ORCID), а також нові можливості мультимедійного інтерфейсу користувача, ці інструменти сприяють глобальній співпраці та внутрішньолюдській творчій діяльності відкриттів, винаходів, інновації та прогресу попередніх поколінь дослідників і вчених.

Штучний інтелект безпосередньо та напряду пов'язаний з відкритою наукою. В першу чергу це стосується Big Data, SMART-даних та FAIR-даних, адже системи та сервіси штучного інтелекту можуть упорядковувати накопичені результати, виконувати пошук, аналіз та співставлення. Такі дії сприяють подальшому розвитку сервісів та систем штучного інтелекту, кращому відтворенню результатів згідно заданих алгоритмів.

Штучний інтелект можна використовувати в освітньому процесі як помічника вчителя, на додаток до його використання для створення персоналізованого навчального середовища та забезпечення зворотного зв'язку з учнями. У цьому контексті останніми роками зросло використання

інструментів штучного інтелекту в освіті. Однак, незважаючи на потенціал штучного інтелекту в освіті, також є занепокоєння щодо його потенційного негативного впливу на освіту. Ці негативні наслідки, які можуть бути спричинені використанням штучного інтелекту в освіті, включають ризик зниження ролі вчителя, ризик зниження креативності та навичок критичного мислення учнів, а також ризик збільшення розриву між учнями з високим і низьким соціально-економічним статусом.

Подальші дослідження будуть спрямовані на аналіз існуючих сервісів штучного інтелекту та їх добір для використання в навчальному процесі. Попередньо слід встановити критерії та показники добору для закладів загальної середньої освіти та закладів вищої освіти.

2.3. Перспективні шляхи використання засобів штучного інтелекту вчителями у процесі формування в учнів наукового мислення

Сьогодні грамотність у сфері штучного інтелекту стала новою темою в освітніх дослідженнях цифрової компетентності. Грамотність у сфері штучного інтелекту широко визнана як новий набір технологічних установок, здібностей і компетентностей, які дозволяють людям ефективно та етично використовувати штучний інтелект в повсякденному житті. В закладах загальної середньої освіти, незважаючи на популярність таких інструментів штучного інтелекту, як Siri та чат-ботів, учні не знають про концепції та технології, що лежать в основі, або не усвідомлюють потенційні етичні проблеми, пов'язані зі штучним інтелектом. Коли інструменти для навчання штучного інтелекту стають більш відповідними віку учнів, вони перестають бути просто кінцевими користувачами технологій штучного інтелекту. Вчителям потрібно використовувати різні педагогічні підходи для розвитку грамотності учнів зі штучного інтелекту. Необхідно виховувати наступне покоління з урахуванням цифрових навичок та формування знань про штучний інтелект. Це допоможе мати кращу базу для використання в межах майбутніх професійних обов'язків. Штучний інтелект стає все більш важливим

у робочому середовищі та повсякденному житті. Учні, які володіють цими навичками, можуть використовувати цифрові технології та комп'ютери на вищому рівні, щоб одержати нові знання. Учні мають навчитися розумно використовувати технології штучного інтелекту та розрізняти етичні та неетичні практики. Оскільки штучний інтелект став однією з важливих технологічних навичок у двадцять першому столітті, викладачі повинні поєднувати штучний інтелект і грамотність, щоб озброїти учнів основними здібностями та мисленням, які вони будуть жити, навчатися та працювати в нашому цифровому світі за допомогою технологій, керованих штучним інтелектом. Грамотності у сфері штучного інтелекту слід формувати та розвивати протягом усього періоду навчання в закладі загальної середньої освіти [125].

Сьогодні інструменти, створені на основі штучного інтелекту, можна використовувати навіть через браузер в Інтернеті. Тому інструменти штучного інтелекту можна використовувати не лише через персональні комп'ютери, а й через смартфони та планшети. Хоча дані інструменти використовують переважно для розваг, більшість з них мають потенціал для використання в освітніх цілях.

В зв'язку з тим, що в Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн уроків (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу (як для учнів так і студентів). Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки.

Ефективність використання цифрових технологій в середній освіті вже було показано в дослідженнях: S. Beltozar-Clemente, F. Sierra-Liñan, J. Zapata-Paulini та M. Cabanillas-Carbonell [113] (використання додатку доповненої реальності під час вивчення астрономії); дослідження E. Campos-Pajuelo, L. Vargas-Hernandez, F. Sierra-Liñan, J. Zapata-Paulini та M. Cabanillas-Carbonell

спрямоване на використанні додатку доповненої реальності для вивчення хімічних елементів [119]; G. Antoniadi займався проблемою використання додатку доповненої реальності для вивчення рослин в початковій школі [109].

Огляд освітніх можливостей ChatGPT проведено колективом науковців Z.-H. Ipek, A.-C.-I. Gözüm, St. Papadakis та M. Kalogiannakis [141]. Вплив на освіту COVID-19 та як завдяки цьому зростає популярність використання ChatGPT показано в роботі . Широке використання штучного інтелекту учнями поза межами освітнього процесу породжує проблему правильного використання сервісів та систем штучного інтелекту в освітніх цілях.

Грамотність у сфері штучного інтелекту широко визнана як набір навичок, які дозволяють людям ефективно та етично використовувати штучний інтелект в повсякденному житті. В шкільній освіті вчителі почали використовувати різні методичні стратегії для розвитку грамотності учнів у сфері штучного інтелекту. Використання цифрового написання історій є ефективним педагогічним підходом, заснованим на запитах, для розвитку грамотності шляхом вдосконалення мовних і технологічних навичок у різних дисциплінах. У дослідженні D. T. K. Ng, W. Luo, H. M. Y. Chan та S. K. W. Chu [125] 82 учні початкових класів у Гонконгу взяли участь у тримісячній програмі цифрового написання історії, щоб навчитися використовувати штучний інтелект. Вони пройшли тест на знання в кінці програми. Виявлено, що учні змогли запропонувати новий сценарій, застосувати свої знання про штучний інтелект та придумати цікаві рішення на основі штучного інтелекту у своїх історіях [125].

В дослідженні [135] науковці S. Garg та S. Sharma намагаються проаналізувати, як штучний інтелект вплинув на освіту учнів з особливими потребами. Збір даних ґрунтувався на якісному дослідженні, інтерв'ю вчителів та учнів з особливими потребами. В дослідженні запропоновано основу для інклюзивної освіти [135].

В огляді J. Su та D. T. K. Ng [144] оцінено, узагальнено та відображено 16 досліджень грамотності у сфері штучного інтелекту в освіті дітей раннього

віку. Включено розробку навчальних програм, інструменти штучного інтелекту, педагогічні підходи, проекти дослідження, методи оцінки та висновки. J. Su та D. T. K. Ng визначили низку проблем і можливостей грамотності у сфері штучного інтелекту. Основні проблем є наступні [144]:

- брак знань і навичок вчителів у сфері штучного інтелекту;
- відсутність навчального плану;
- відсутність навчальних посібників.

Науковці вважають, що буде зростати кількість навчальних програм і інструментів для відповідного віку та рівня дітей. J. Su та D. T. K. Ng надають певні рекомендації для майбутніх дослідників і педагогів щодо вдосконалення досліджень грамотності штучного інтелекту та навчання в ранньому дитинстві [144].

Ряд ініціатив, пов'язаних із машинним навчанням, також зосереджені на педагогічних і навчальних планах. Було розроблено уніфіковані навчальні програми навчання грамотності у сфері штучного інтелекту від дитячого садка до середньої школи та університету. Також були розроблені окремі навчальні програми для різних рівнів школи [187]. Було розроблено великі пакети навчальних матеріалів, щоб допомогти учням середньої школи дізнатися про машинне навчання. Одна група представила п'ять «великих ідей у ШІ», яким діти повинні навчитися: сприйняття за допомогою сенсорів, міркування про світ за допомогою моделей, навчання на прикладах, взаємодія з людьми та вплив штучного інтелекту на суспільство. Інша група описала принципи, що лежать в основі конструкційної навчальної програми зі штучного інтелекту для для 1-9 класів, заснованої на наборі інструментів роботів PopBots, етиці штучного інтелекту та креативній грі Doodle [187].

Навчання основам штучного інтелекту поставило перед освітою дітей раннього віку фундаментальні проблеми: чому штучний інтелект необхідний і підходить для навчання в ранньому віці, яка підмножина ключових ідей і концепцій штучного інтелекту може бути використана, як залучити дітей до певного досвіду, який дозволить їм набути цих фундаментальних понять

штучного інтелекту. У дослідженні [186] обговорюються ключові міркування щодо розробки навчальної програми використання штучного інтелекту для дітей молодшого віку. Дослідження W. Yang містить інноваційну педагогічну модель навчання грамотності штучного інтелекту в ранньому дитинстві. В даній моделі грамотність у сфері штучного інтелекту показано як частина цифрової компетентності для всіх громадян у суспільстві. Основні знання штучного інтелекту, які можна вивчати з маленькими дітьми, такі: використання великих обсягів введених даних, алгоритми штучного інтелекту можна постійно навчати, щоб виявляти закономірності, робити прогнози та рекомендувати дії, навіть з обмеженнями. В [186] представлено навчальну програму під назвою «Штучний інтелект для дітей», щоб продемонструвати цю педагогічну модель і пояснити, як педагоги можуть надати дітям можливості для вивчення культурно реагуючих на особливості взаємодії та розуміння технологій штучного інтелекту. Синтез знань у сфері штучного інтелекту для маленьких дітей дає новий спосіб залучення їх до STEM і розуміння цифрових технологій.

В більшості іноземних публікацій зустрічається таке поняття як "грамотність у сфері штучного інтелекту". Для середньої освіти, науковці рекомендують звертати на це увагу. Дана грамотність може бути корисною для обізнаності учнів з концепціями та технологіями, що лежать в основі штучного інтелекту. Кожний учень вже використовував в своєму житті штучний інтелект. Просто він про це не знав. Не знає про принципи які існують. Не знає коли дає даний ресурс чи сервіс правильні відповіді. Розвиток даної грамотності дозволить позбутися пересторог. Треба спочатку пояснити учням як використовувати ШІ. Не просто технічно, а з точки зору навчання, з точки зору дослідження. Наголошується, що грамотність у сфері штучного інтелекту можна впроваджувати починаючи з першого класу. Протягом усього навчання в школі. Дана грамотність буде корисною для усвідомлення потенційних етичних проблем. Розвиток грамотності у сфері штучного інтелекту буде корисним для дослідження штучного інтелекту, за

допомогою гейміфікації та онлайн співпраці. Досліджуючи роботи науковців останніх років, зауважу, що до того як виник бум з приводу GPT, українські вчені в першу чергу розглядали штучний інтелект з точки зору геміфікації. В контексті STEM освіти і в поєднанні з адаптивними технологіями та з адаптивними системами.

Отже, грамотність у сфері штучного інтелекту потрібна для:

- обізнаності учнів з концепціями та технологіями, що лежать в основі штучного інтелекту;
- усвідомлення потенційних етичних проблем;
- поєднання штучного інтелекту та грамотності протягом всього навчання в закладах загальної середньої освіти;
- дослідження штучного інтелекту за допомогою гейміфікації та онлайн-співпраці.

Які складові цієї грамотності? Треба навчити учнів знати і розуміти що таке штучний інтелект. Це має бути там не просто теорія. Слід пояснювати конкретно ресурси є штучним інтелектом. Треба пояснити як вони працюють, коли виникають помилки в їх використанні. Не боятись використовувати штучний інтелект. Після цього – навчитися оцінювати і створювати щось нове за допомогою штучного інтелекту. На вищому рівні йде мова про етику використання штучного інтелекту. Вважають що це являється чотирма сходами для розвитку даної грамотності учнів шкіл.

Складники грамотності у сфері штучного інтелекту:

- знати й розуміти штучний інтелект;
- використовувати штучний інтелект;
- оцінювати та створювати щось нове за допомогою штучного інтелекту;
- етика використання штучного інтелекту.

Значна кількість досліджень показала, що цифрове написання історій є ефективним педагогічним підходом, заснованим на запитах, для вдосконалення цифрових навичок 21 століття, включаючи інформаційну, медіа та технологічну грамотність у таких дисциплінах, як освіта STEAM,

інформатика та дослідження здоров'я [125]. Гарною практикою є цифрове написання історії (рис. 25).



Рис. 25. Процес цифрового написання історій

Цифрове написання історії має бути в поєднанні з поступовими кроками вивчення штучного інтелекту. Ідея така: ознайомити учнів що таке штучний інтелект, як він працює. Спочатку виникає ідея. Учні з молодшої школи можуть опанувати дану грамотність. Це має бути в ігровій формі. Пояснити як діє штучний інтелект. На самому простому рівні. Після цього у дитини може виникнути ідея для цифрового написання історії. Це може бути казка. Написання казки, після того, як відбулась взаємодія з сервісами штучного інтелекту. Щоб дитина подивилася як взагалі ШІ працює. Другий крок це набуття досвіду. Це можуть бути ресурси які можна використати в рамках геліміфікації. Наступний крок, третій це написання історії. Створення плану. В зв'язку з цим виникають нові ідеї. Таким чином, ідеї можна буде використати в наступних учнівських проектах. Або розвинути в наступних класах. З'являються нові ідеї. Реалізація учнівських проєктів можна розвинути до рівня роботи Малої академії наук. Це наскільки вистачить потенціалу учня або команди учнів. Крок п'ятий: створюєте малюнки, аудіо, відео. Це може бути із застосуванням штучного інтелекту. Треба навчити не лише створення картинки. Треба навчити учнів використовувати штучний інтелект. Це має

бути поштовх до нових ідей, до створення нової картинки чи відео. Вчителі зазначають, коли починається вдумливе використання штучного інтелекту, то з'являється більше ідей у дитини. Треба зробити помічником штучний інтелект. Потім – представити разом цей проект. Якщо це буде проектна робота учнів – розшарити його, показати. Можливо показати всьому класу і отримати рекомендації. Можна розподілити учнів класу за інтересами та запланувати обговорення.

Окремі теми чи уроки можна присвятити елементам штучного інтелекту. Можна додати якісь елементи або пояснення. В результаті отримаємо поєднання інформатики і математики. Це з приводу цифрового написання історії. В першу чергу це поєднання уроків української мови та інформатики. Відбувається написання твору але в поєднанні з штучним інтелектом. Можна навести приклади коли відбувається вивчення стилів в образотворчому мистецтві. На уроках малювання буде простіше пояснювати і показувати картину. Не завжди цікаво якщо наводити приклад фотографії відомої картини. До фотографії учня краще використати накладання фільтрів в стилі Ван Гога. Чи іншого стилю, наприклад кубізм. Краще запам'ятовуються стилі на практиці. Це буде не просто сухий виклад матеріалу. Створити ілюстрацію у відповідному стилі у вигляді ігрової форми. Краще запам'ятовуються стилі або характерні риси картин художника. За аналогією можна так само діяти і з музикою. Тут чітко прослідковуються міжпредметні зв'язки. Що ми можемо сказати про цифрове написання історії? До чого воно стимулює? Чому сприяє? Воно стимулює мислення і заохочує ставити критичні запитання для проведення досліджень. Цифрове написання історій допомагає в отриманні нових знань. Діти дізнаються що штучний інтелект. Штучний інтелект не завжди видає правильні відповіді, не завжди правильно реагує на запити. Таким чином учні починають аналізувати. Як задати запит щоб отримати правильну відповідь. В яких заптах зазвичай виникають хибні відповіді. Це змушує задумуватись та аналізувати запити. Це допомагає в аналізі знайдених ресурсів та розширенні набутих знань шляхом обговорення та співпраці з

іншими учнями. Цифрове написання історій можливо реалізувати навіть в молодшій школі. Це можуть бути казки в яких вигадують нові сервіси штучного інтелекту. Наприклад, казки де штучний інтелект допомагає в інклюзії. Діти це описують як допомога людям з обмеженими можливостями. Або сервіси для полегшення роботи офіціанта. Надано перелік інгредієнтів. Що Ви можете запропонувати з меню кафе? Цифрове написання історій поглиблює розуміння та розширює сферу знань учнів. Це допомагає в дослідженні інформації з багатьох навчальних джерел. Ілюструє проблеми для різноманітних рішень на основі наявного досвіду. Воно покращує розуміння учнями конкретного предмету за допомогою навчання на основі запитів.

В першу чергу треба пояснити учням про ті ресурси і про ті сервіси якими вони вже користувалися. Але вони не знали що це штучний інтелект. Для прикладу, перелічимо самі найпростіші. З якими всі вже працювали. Ті які учні використовували. Треба пояснити що це теж штучний інтелект. Як один з різновидів пошук за малюнком у Google Пошуку. Зараз маємо дуже широкий спектр цього використання. Наприклад, знайти джерело зображення. Достатньо завантажити рисунок та можна відшукати точне співпадіння. На яких сайтах розміщено даний рисунок. В Google Пошук почнемо вводити в подвійних лапках якусь фразу. Навіть не почавши пошук вже як підказка спливають найпоширеніші запити. Це теж приклад штучного інтелекту. Можна помітити що сервіси штучного інтелекту з часом удосконалюються, навчаються на основі введених запитів. Розглянемо Google об'єktiv. Дехто з учнів знав про цей сервіс. Дехто не знав. Дехто навіть не знав зі спільноти вчителів. Дуже полегшує життя даний сервіс штучного інтелекту. Але треба аналізувати, треба вчити як правильно використовувати. Як можна використати для навчальних цілей. Щоб не виникало помилок в роботі. Наприклад, можна вибрати режим переклад. Сервіс перекладає текст в режимі реального часу. Перекладає на вказану мову та самостійно встановлює мову оригіналу. Це вже приклад штучного інтелекту. Причому не обов'язково фотографувати. Достатньо навести об'єktiv. Наступна функція: пошук за

зображенням в реальному часі. Фіксує перший сайт – офіційний на якому представлений даний предмет. По аналогії можна знайти де купити зафіксований предмет камерою самртфона (фотографувати не обов'язково). За вказаною назвою страви можна знайти меню з ресторану та відшукати адресу кафе чи ресторану. Якщо навести об'єктів на предмет який не являється стравою (або її назву) пошук буде призупинено. Спливе підказка, що неправильно. Треба ввести щось інше. Такі треба робити невеличкі дослідження. Таким чином слід ілюструвати як саме використовувати штучний інтелект для учнів.

В попередньому дослідженні [153] було описано інструментарій Європейської хмари відкритої науки (EOSC) та проаналізовано її структуру. To train teachers in the basics of using open science cloud services, a methodological learning system was developed aimed at educating teachers and facilitating their professional development, expanding access to free cloud services, increasing the level of ICT competence and in particular the open science competence. A significant increase in the open science competencies for various categories of educators has been established. A study on the effectiveness of implementing the special training methods for a wide contingent of teachers was conducted, the experimental groups included four groups of learners (a total of 395 respondents), the control groups included 141 respondents [150]. The statistical analysis of data obtained from the experiment was verified using Fisher's test [153]. Слід зазначити, що до складу Європейської хмари відкритої науки включено сервіси штучного інтелекту. Дані сервіси також можна використати в навчальному процесі: Machine Intelligence platform for research, DEEP training facility, FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud, GPU Grant Program for scientific research projects and prospective startups та AI-GeoSpecies. Окрім того, вказані сервіси штучного інтелекту є одночасно і хмарними сервісами відкритої науки (це пов'язано з політикою створення і функціонування EOSC).

Для прикладу розглянемо сервіс AI-GeoSpecies. AI-GeoSpecies – це веб-сервіс, який на основі штучного інтелекту повертає потенційні види рослин для спостереження у встановленій зоні. Принцип полягає у введенні точної географічної області (гео-координати), а система повертає список видів рослин, які, швидше за все, спостерігатимуться в цій області. Це дозволяє розробникам веб- або мобільних додатків інтегрувати цю функцію у свій додаток і показувати кінцевим користувачам види, які вони можуть знайти в певній місцевості. AI-GeoSpecies може мати багато застосувань для збереження біорізноманіття, громадянської науки, сталого управління природними та міськими територіями, екологічної освіти, екотуризму тощо [122].

Технологія, що лежить в основі сервісу, – це так звана глибока модель розподілу видів (deep-SDM), принцип якої полягає в тому, щоб приймати як вхідні дані різні дані, що характеризують місцеве середовище (біокліматичні дані, супутникові дані, висота тощо) і прогнозувати список видів, які ймовірно мешкатимуть у цьому середовищі. Такі моделі глибокого навчання тренуються на мільйонах видів, що походять від широкомасштабних громадських наукових ініціатив, таких як iNaturalist і Pl@ntNet [163]. Як демонстрацію, AI-GeoSpecies інтегровано в зручний веб-додаток, доступний на порталі Pl@ntNet.

Даний сервіс штучного інтелекту може бути використаний під час вивчення уроків біології. Ефективність використання цифрових технологій під час вивчення рослин показана в дослідженні. Основний принцип роботи полягає в тому, що учень може обрати конкретну локацію на мапі світу та переглянути основні види рослин, представлені в даній місцевості. Відсотрувати одержані результати можна у трьох режимах: GBIF, Species_plural, Families. Список рослин виглядає як картки зі зменшеними фотографіями, назвами, описом та плашками. Фотографії можна за бажанням збільшити, опис – розгорнути. Натиснувши на назву рослини, користувач переходить на сторінку де показано на мапі світу місцезнаходження рослини

та детальну інформацію про неї (рис. 26). При цьому можна обирати достатньо велику територією за площею та поступово звужувати її.

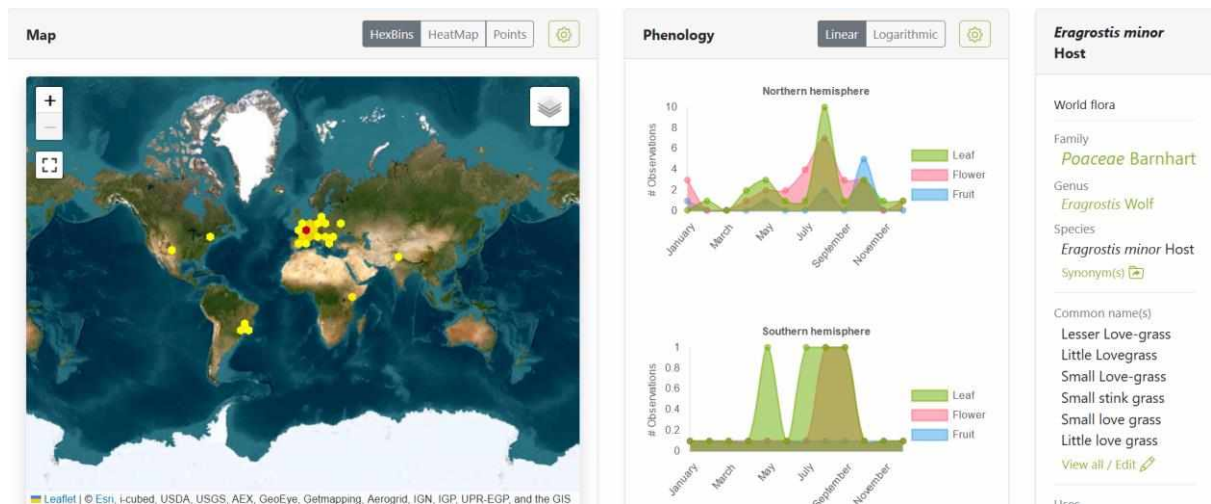


Рис. 26. *Eragrostis minor* Host

Таким чином прослідковуються міжпредметні зв'язки між біологією та географією (можна вивчати в межах декількох тем). Основні принципи роботи з AI-GeoSpecies можна розглянути на уроках інформатики. Тобто спостерігається об'єднання трьох шкільних предметів: інформатики, географії та біології. Вже є приклади використання додатків та сервісів в професії вивчення окремих шкільних предметів. Залучення декількох предметів дає можливість для використання методу проектів. Учнів класу буде доцільно розподілити по групах та призначити індивідуальне завдання. Для того, щоб урізноманітнити завдання можна залучити вивчення декількох сервісів штучного інтелекту які матимуть схожі функції. В цьому випадку декілька груп учнів продемонструють різні сервіси, що зацікавить до подальшого вивчення. Слід розглянути і інший варіант: порівняння отриманих результатів виконання подібних завдань та перевірка їх точності. Під час вивчення будь-якого сервісу штучного інтелекту слід постійно наголошувати на тому, що результати отримані з його використанням завжди мають підлягати сумніву та додатковій перевірці (в окремих випадках). Часто постає питання у вчителів, як уникнути неетичного використання учнями штучного інтелекту?

Можливо, треба повністю заборонити? Дослідження [125] доводить, що вивчення правильного використання штучного інтелекту учнями вирішує цю проблему. Тобто треба не забороняти, а навчити правильно використовувати. Наприклад, під час проведення учнівських досліджень, виконанні лабораторних чи практичних робіт, написанні робіт для Малої академії наук України. При цьому, перше знайомство з штучним інтелектом може відбуватись вже в молодших класах і продовжуватись (поглиблюватись, розширюватись) протягом всіх років навчання в закладі загальної середньої освіти.

Протягом 2024-2025 рр. заплановано виконання науково-дослідної роботи "Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів". Виконання науково-дослідної роботи буде здійснюватись у відділі хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти Інституту цифровізації освіти НАПН України. Для ілюстрації проблеми використання штучного інтелекту в освіті України, автором статті було виконано один з проміжних зрізів констатувального етапу педагогічного експерименту. Відділ хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти часто організовує та проводить навчальні тренінги, семінари для освітян. Після одного із майстер-класів з підвищення рівня компетентності відкритої науки, було проведено опитування 36 освітян з приводу використання штучного інтелекту.

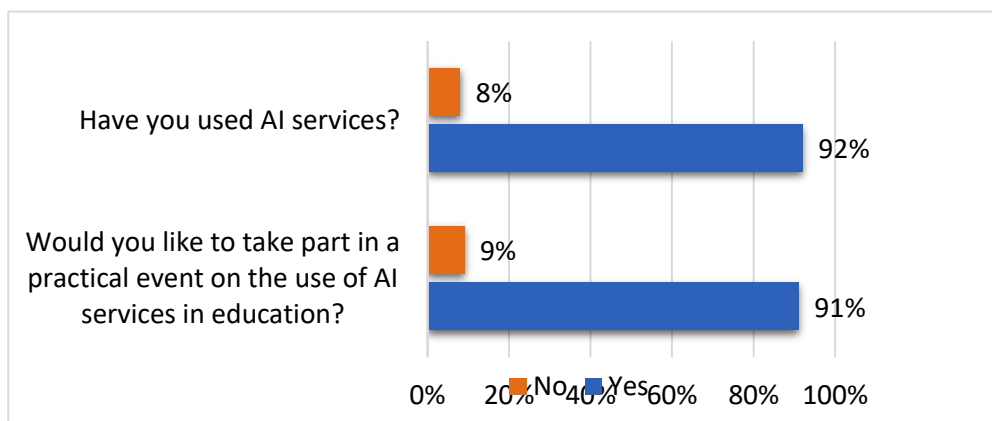


Рис. 27. Ставлення до використання штучного інтелекту освітянами

В опитуванні брали участь освітяни, які зацікавлені у впровадженні цифрових технологій в освітній процес. Виявилося, що всі респонденти знають, що таке штучний інтелект. 33 респонденти виявили зацікавленість у подальшому навчанні з використання штучного інтелекту (91%). 92% опитаних вже використовували сервіси штучного інтелекту (рис. 27).

Було встановлено, що освітяни досить часто використовують сервіси штучного інтелекту (53% з 36 респондентів). При цьому лише 3 респонденти відповіли, що взагалі не користуються цими сервісами (рис. 28).

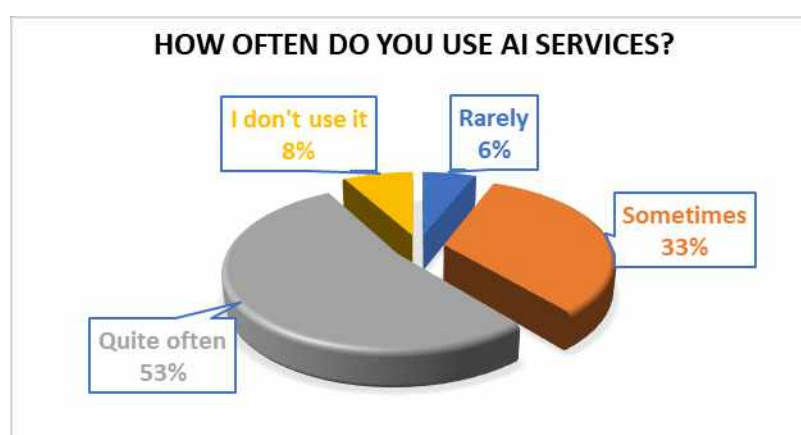


Рис. 28. Наскільки часто освітяни використовують штучний інтелект

Опитування з приводу користі використання штучного інтелекту ілюструє цікаві результати (рис. 29).

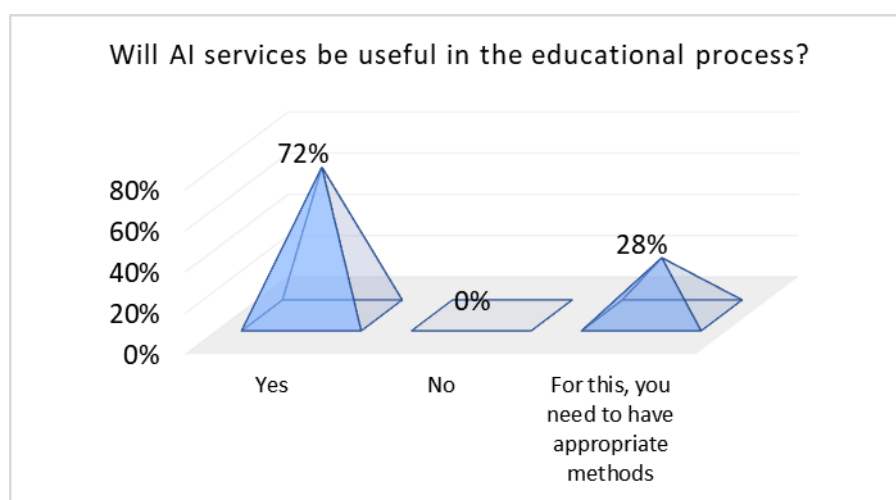


Рис. 29. Використання в навчальному процесі сервісів штучного інтелекту

Слід вказати, що позитивно оцінюють використання штучного інтелекту всі респонденти. Однак, 10 (28%) респондентів вважають, що для цього потрібно мати відповідні методики.

Основні тези в публікаціях науковців України про штучний інтелект та STEM дуже пов'язані. Дуже велика кількість публікацій українських науковців, за останні рік, присвячена саме публікаціям про ChatGPT. Але ми знаємо що цим не обмежується використання штучного інтелекту. Попередні дослідження в першу чергу були пов'язані з адаптивними технологіями. Тобто тема штучного інтелекту не нова. Проблема використання штучного інтелекту є закономірним продовженням проблематики використання доповненої та віртуальної реальності в освіті. В першу чергу треба звернути увагу, що штучний інтелект в освіті за кордоном активно почали використовувати саме в зв'язку з поширенням пандемії COVID-19. В середній освіті, згідно міжнародних досліджень, штучний інтелект використовується часто в поєднанні з цифровим написанням історій. Тому, для розробки методик використання штучного інтелекту в середній освіті України доцільно включити існуючі методичні рекомендації.

Цифрове написання історій:

- стимулює мислення та заохочує ставити критичні запитання для проведення досліджень і отримання нових знань;
- допомагає в аналізі знайдених ресурсів та розширенні своїх знань шляхом обговорення та співпраці з іншими;
- поглиблює розуміння та розширює сферу знань учнів;
- допомагає в дослідженні інформації з багатьох навчальних джерел та ілюстрації проблеми для різноманітних рішень на основі наявного досвіду;
- покращує розуміння учнями конкретного предмету за допомогою навчання на основі запитів.

В рамках запланованого науково-дослідної роботи на 2024-2025 рр. "Проектування і використання відкритого освітнього середовища з

елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів" було проведено проміжний зріз констатувального етапу педагогічного експерименту. Проведене опитування спонукає до подальших дій та створення методик з використання штучного інтелекту в середній освіті України. Адже більшість освітян впевнені, що використання штучного інтелекту в навчальному процесі буде досить ефективним. Однак, постає проблема відсутності методик їх використання. Освітяни хочуть навчитись використовувати сервіси штучного інтелекту. Тому корисним буде проведення майстер-класів та семінарів за даною тематикою. Було з'ясовано, що більшість з вчителів знає, що таке штучний інтелект та використовує його інструментарій. Аналіз та оцінювання стану використання систем та сервісів штучного інтелекту у вітчизняному освітньому просторі буде проведено після декількох серій опитувань в межах проведення круглих столів, семінарів та конференцій.

Додаткових досліджень потребує грамотність у сфері штучного інтелекту. Потребує детального аналізу зарубіжної досвід використання штучного інтелекту та адаптація вже існуючих методик до сучасного розвитку української середньої освіти. Те, що можна взяти з методичної точки зору для вчителів України.

2.4. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту у науковій освіті вчителів

Підготовка фахівців, здатних працювати в динамічному середовищі, адаптуватися до постійних змін, формувати міжпредметні зв'язки, включаючи використання сучасних цифрових технологій, є важливим завданням сучасної галузі освіти. Нині підготовка професіонала виходить за межі традиційного аудиторного навчання. Натомість поширюються нові комбіновані форми (змішане навчання, перевернутий клас та ін.), що передбачають широке застосування новітніх сервісів. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг, забезпечення мультимедійності контенту і т.ін., для сучасних цифрових

рішень притаманні характеристики адаптивності (пристосовності до потреб кожного користувача), забезпечення максимальної персоналізації, індивідуалізації освітньої траєкторії.

Із розвитком технологій, веб-простору, хмарних обчислень можливості забезпечення адаптивності, персоналізації значно зростають. Виокремлюємо низку важливих *тенденцій*, які нині характеризують перспективні напрями розвитку та використання сучасних технологій персоніфікації навчання:

- розвиток адаптивних хмаро орієнтованих платформ, їх подальша уніфікація, універсалізація, формування єдиних стандартів розробки та впровадження окремих модулів, підсистем і систем навчання з елементами штучного інтелекту;

- зростаюча роль підходу Big Data («великі дані») для збору та аналізу результатів навчання та прогресу кожного учня/студента/слухача;

- зростаюча насиченість навчального середовища різними інтелектуальними пристроями, пультами дистанційного керування, роботами, периферійним обладнанням тощо, якими можна управляти через єдину платформу із підключенням до мережі – Internet of Things («Інтернет речей»);

- розробка та впровадження систем освітньої та наукової співпраці у віртуальних командах з використанням «доповнених» (віртуальних) агентів;

- зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури для всіх учасників освітнього процесу для успішної розробки та впровадження нового покоління засобів навчання на основі штучного інтелекту.

В останні роки відзначається тенденція до впровадження імерсивних технологій у різних сферах діяльності, в т.ч. в освітніх системах, що сприяє покращенню адаптивності цих систем. Імерсивні технології (англ. Immersive – занурювати) розуміємо як технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види змішання реальної і віртуальної реальності. При цьому, RR (Real Reality) – «реальна реальність» або об'єктивна реальність, в якій ми знаходимося і яку сприймаємо органами почуттів; AR (Augmented Reality) – доповнена («додана») реальність, коли в «реальну реальність» (RR)

додано елементи віртуальної, змодельованої реальності; VR (Virtual Reality) – віртуальна реальність, повністю змодельована дійсність із застосуванням сучасних технологій (не лише 3D або 360° сцени, а також звук, тактильні відчуття, запахи і т.ін.) [101].

Імерсивні технології характеризуються зануренням, взаємодією, залученням. До ключових переваг варто віднести розвиток просторової уяви учнів/студентів/слухачів, підвищення якості STEM/STEAM-освіти, розвиток мультисенсорного навчання і т.ін. Технології VR дають можливість проведення лабораторних і практичних робіт, які важко або неможливо проводити у традиційних умовах навчання, дозволяють демонструвати і вивчати об'єкти з різних ракурсів, в т.ч. недоступних в реальному житті. Можливість візуалізувати віртуальне обладнання сприяють заощадженню ресурсів для підготовки фахівців, оскільки зникає необхідність в придбанні додаткових пристроїв і устаткування, дозволяє здійснювати навчання будь-де, будь-коли, в індивідуальному темпі [101].

Згідно з дослідженням [15], 9,1% учнів знають що таке AR-технологія, 68,3% – чули про неї, 18,2% – мали змогу використати для навчання або розваг. З'ясовано, що учні готові використати таку технологію на різних уроках – у пріоритеті фізика, біологія, географія. Встановлено, що розташування AR-об'єктів може бути в атласах – 40,1%, контурних картах – 35,9%, підручниках – 63,8%, робочих зошитах – 29,0% та аркушах – 29,1%, на окремих картках – 46,2%. Визначено, що 79,0% учнів гімназій мають бажання навчатися з використанням нових технологій, а 66,2% – позитивно ставляться до такого нововведення.

Для успішного впровадження перспективних технологій в заклади загальної середньої освіти, попередньо необхідно забезпечити якісне освітнє середовище для підготовки та підвищення кваліфікації вчителів, для формування й розвитку їхньої цифрової компетентності, здатності доцільно обирати і застосовувати сучасні хмарні сервіси, імерсивні технології, розробки з елементами штучного інтелекту тощо.

Для досягнення ефективності використання AR та VR, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, необхідно забезпечити *низку передумов*:

- забезпечити користувачів необхідними гаджетами (мобільними пристроями – смартфонами, планшетами);
- встановити потрібне програмне забезпечення на мобільні пристрої;
- сформувати у користувачів первинні навички щодо використання AR/VR, навігації, пошук та ін.;
- інтегрувати AR/VR у зміст навчання.

Розвиток імерсивних технологій, зазвичай з елементами штучного інтелекту, потребує обробки великих обсягів даних, зокрема щодо індивідуальної освітньої траєкторії та прогресу кожного учня/студента/слухача. Оскільки такі системи здійснюють обчислення дуже високого порядку, аналізуючи величезні масиви даних в режимі реального часу, питання масштабованості системи може розглядатися з двох позицій: як ефективно програмувати ці системи, та як підготувати таку архітектуру, щоби витримувала обробку, завантаження, розподіл цих даних. З огляду на це, вважаємо актуальним і перспективним вивчення теоретичних засад проектування таких систем на основі хмаро орієнтованих платформ, а також розроблення методик їхнього використання, у т.ч. в професійній підготовці вчителів, як головних суб'єктів упровадження інновацій в загальній середній освіті [81].

Ефективним може стати поєднання перспективних технологій – адаптивних хмароорієнтованих систем, AR/VR і штучного інтелекту та сучасних педагогічних методик, що сприятиме персоналізації освіти, її адаптивності до індивідуальних особливостей підготовки педагогічних кадрів. Постає необхідність оновлення змісту та підходів до підготовки сучасних учителів, формування їх готовності до якісної професійної діяльності в умовах суцільної цифровізації.

Рекомендуємо такі напрями використання сучасних перспективних технологій, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, для підготовки і професійного розвитку вчителів:

- організація навчальної комунікації в персоналізованому режимі, з використанням цифрових засобів (наприклад, компонентів публічної та корпоративної хмари закладу, сервісів телекомунікаційних конференцій, освітніх інформаційних мереж);

- підтримка індивідуальних та групових форм навчальної діяльності (аудиторної та позааудиторної) з використанням хмарних сервісів (наприклад, Office 365, G Suite for Education, FaceTime, Google Duo, Hangouts та ін.);

- використання у навчанні сервісів та систем штучного інтелекту, що пройшли апробацію в різних освітніх та соціокультурних середовищах і зараз широко використовуються у світі (наприклад, Century, Enlearn, GoGuardian);

- використання у навчанні засобів AR/VR для візуалізації абстракцій, експериментів, будь-яких об'єктів і явищ (до прикладу, ClassVR, CoSpaces, BOOKVAR, mozaBook);

- інтегрування в програми підготовки та підвищення кваліфікації вчителів перспективних технологій: AR/VR, штучного інтелекту, хмарних обчислень;

- формування єдиного освітнього середовища, зміст якого розробляється і вдосконалюється в процесі навчання.

Проведення навчальних, практичних занять у реалістичних освітніх середовищах, максимально наближених до професійних, підвищує вірогідність того, що професійна адаптація майбутніх фахівців відбуватиметься більш природно і ефективно. Останні технологічні досягнення у поєднанні зі штучним інтелектом створюють потенціал для віртуального «переносу» процесу навчання в реалістичний простір.

В Україні вже здійснюються кроки в напрямі розвитку штучного інтелекту, зокрема в сфері освіти. Так, уряд України у 2020 р. затвердив концепцію розвитку штучного інтелекту в країні, а в 2021 р. уряд затвердив план реалізації

концепції розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2024 роки. Завдання плану полягають у наступному (Уряд України затвердив план, 2021):

- удосконалити правове регулювання штучного інтелекту (ШІ), зокрема в галузях освіти, економіки, суспільного управління, кібербезпеки та оборони;
- поліпшити якість вищої освіти та освітніх програм, спрямованих на підготовку фахівців у сфері ШІ;
- впроваджувати інноваційні проєкти із використанням ШІ;
- підвищити рівень інформаційної безпеки та захисту даних в інформаційно-телекомунікаційних системах та ін.

Упровадження зазначеної концепції сприятиме підвищенню конкурентоспроможності України у результаті використання штучного інтелекту в соціально-економічній, науково-технічній, оборонній, екологічній, національно-культурній та інших сферах.

У недалекій перспективі можна очікувати, що імерсивні технології, технології штучного інтелекту, спрямовані на персоналізацію і адаптивність, революціонізують спосіб навчання як окремих осіб (індивідуальна освітня траєкторія), так і груп, колективів, покращуючи як освітній процес, так і групову взаємодію. Їх упровадження сприятиме ширшому доступу до перспективних цифрових технологій, розширюючи частку дослідницького підходу в освіті та покращуючи якість освітніх послуг.

Розвиток освітніх середовищ з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів сприятимуть модернізації науково-освітнього процесу в закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти, ефективності впровадження в освітній процес імерсивних технологій, інструментів і сервісів хмарних обчислень, систем з елементами штучного інтелекту, підвищенню якості підготовки вчителів, зростанню рівня їх цифрової компетентності.

РОЗДІЛ III МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

3.1. Компетентності відкритої науки

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

Зазначимо, що впровадження відкритої науки також потребуватиме нових спеціалістів з опрацювання даних, які будуть підтримувати дослідників, і в такий спосіб це також відкриває нові можливості їх працевлаштування в закладах освіти нового типу (наприклад, наукові ліцеї) [55]. Подібні спеціалісти повинні бути адекватно підготовлені не лише для підтримки дослідників у галузі відкритої науки, але й для проведення навчання з використання Європейської хмари відкритої науки [21].

Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та перепідготовки вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентностей відкритої науки. Навчання та набуття навичок, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, буде менш ефективне, якщо це не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та всіма суб'єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні. На рис. 30, який запропоновано в міжнародному документі «Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science» («Навчання дослідників навичкам і компетентностям, які їм необхідні для дотримання практик відкритої науки»)

[55] представлено подібну структуру і рекомендації, укладені з урахуванням цієї структури.



Рис. 30. Залучення дослідників на всіх рівнях: допоміжна структура [160]

Нарешті в контексті вищезазначеної допоміжної структури на рис. 31 нижче пропонується проста та практична європейська матриця компетентностей відкритої науки для подолання прогалів та підтримки участі на всіх рівнях, що опублікована там же [55].



Рис. 31. Європейська матриця компетентностей відкритої науки [160]

Метою політики Європейського дослідницького простору (ERA) є формування єдиного простору, відкритого для світу на основі внутрішнього ринку, у якому наукові знання та технології знаходяться у вільному доступі для дослідників. Поточна політика ERA зосереджена на п'яти пріоритетах, узгоджених у 2012 році. Політику ERA та партнерство ERA потрібно розглядати через призму відкритої науки, а майбутні політики та рамкові програми забезпечуватимуть сумісність між ERA та відкритою наукою. Основна увага приділяється пріоритету 3, який стосується політики щодо дослідників. Основною політикою, що існує на даний час, є Хартія та Кодекс для дослідників, який складається з 41 загальних принципів та вимог, що визначають ролі, обов'язки та права дослідників, а також роботодавців та / або тих, хто фінансує дослідників [55].

Кодекс поведінки щодо набору наукових співробітників складається конкретно з принципів та вимог, яких повинні дотримуватись роботодавці та / або спонсори при призначенні чи наборі наукових працівників. Хартія та Кодекс були розроблені в 2005 році, і хоча в ньому немає явних посилань на відкриту науку, у ньому, безумовно, немає нічого, що заважає відкритій науці. Навпаки, з 4 розділу зрозуміло, що існує високий ступінь сумісності з ідеями

відкритої науки. Існує ряд політик, розроблених на основі Хартії та Кодексу. Наприклад, Європейську систему дослідницької кар'єри (EFRC). EFRC було розширено для виявлення компетентностей відкритої науки.

Існує реальна можливість сформувати компетентності відкритої науки на курсах перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів [55]. Зрозуміло, що існують компетентності відкритої науки, які виходять за межі дисциплін, що можуть бути актуальними для вчителів. У будь-якому випадку важливо, щоб вони були розроблені, акредитовані та визнані так, щоб відповідати інституційній та національній практиці. Це стосується в першу чергу університетів та інститутів, що проводять курси підвищення кваліфікації вчителів. Однак слід враховувати різноманітність дистанційних курсів підвищення кваліфікації, що пропонують не лише інститути перепідготовки та педагогічні університети, тому не може бути єдиної методики, яку можна використовувати в будь-якій установі. Інноваційні принципи докторської підготовки, розроблені на основі Зальцбургських принципів, повинні бути переглянуті в межах концепції відкритої науки, їх слід адаптувати та переписати, щоб зосередити увагу на відкритій науці [55]:

1. Досконалість у дослідженні – що застосовує підходи відкритої науки стосовно обміну даними
2. Привабливе інституційне середовище – яке підтримує відкриті дані з необхідною підготовкою та викладацьким персоналом та має інституційне відкрите сховище даних та публікацій.
3. Варіанти міждисциплінарних досліджень – забезпечення взаємодії даних між дисциплінами та навчальними предметами.
4. Вплив на промисловість та інші відповідні сектори зайнятості – забезпечення того, щоб дані та результати були відкритими з урахуванням будь-яких комерційних та інших питань.
5. Міжнародні мережі – для розширення спільноти, що впроваджує принципи відкритої науки

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

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

Отже, інноваційні принципи відкритої науки повинні бути інтегровані в курси підвищення кваліфікації вчителів та курси перепідготовки вчителів так само, як Європейська університетська асоціація інтегрувала Зальцбурзькі принципи у відкриту науку [55].

Компетентності відкритої науки загалом можна класифікувати за чотирима категоріями, які відповідають Моніторингу відкритої науки ЄС [55] це:

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

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

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

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

Слід підкреслити, що не можна очікувати, що вчителі будуть повноправними експертами з усіх цих питань, особливо тих, що стосуються

публікацій з відкритим доступом та відкритих даних. Дослідникам усіх рівнів потрібні необхідні компетентності, достатні для того, щоб вони могли дотримуватись принципів відкритої науки, припускаючи, що існує фізична інфраструктура для зберігання та управління публікацій та даних. З цієї причини вкрай важливо використання Європейської хмари відкритої науки. Для цього також знадобиться відповідний допоміжний персонал, який проводить детальну експертизу з управління даними та програмним забезпеченням.

Більше того, установи повинні мати штатний персонал, який має необхідний досвід навчання викладачів та вчителів використовувати хмарні сервіси відкритої науки [55].

Важливо розуміти, що на різних етапах кар'єри потрібні різні типи навичок відкритої науки. Більше того, це повинно бути підкріплене національною політикою, а потім реалізовуватись за рахунок фінансування досліджень та виконавців досліджень [55].

Існує велика активність з приводу формування компетентностей відкритої науки, і багато спільних елементів та взаємодоповнення існують в межах наданих знань, наприклад, у галузі інформаційної грамотності, дослідницької етики, цілісності досліджень, наукового спілкування та управління даними. Ці компетентності зазвичай надаються як частина професійних компетентностей, наприклад, у програмах підготовки докторів філософії, магістрів. Це, своєю чергою, повинно призвести до ситуації, коли буде імplementована Європейська матриця кваліфікацій для відкритої науки [55]. Така структура перетворила б нинішню на високо інтегровану розробку відкритої науки для дослідників.

Слід визнати, що можуть існувати альтернативи офіційному навчанню, а вчителі та викладачі також можуть набувати навичок у галузі відкритої науки завдяки проведенню та організації досліджень слухачів чи учнів. Вони також повинні бути визнані частиною процесу формування компетентностей відкритої науки.

3.2. Моделювання хмаро орієнтованої системи відкритої науки

Основна ідея полягає у визначенні основних етапів наукового дослідження та виборі відповідних сервісів відкритої науки для їх підтримування. З цією метою були розглянуті основні особливості вибраних сервісів EOSC (<https://eosc-portal.eu/>), що мають відношення до проектування хмаро орієнтованої системи відкритої науки. Вони були класифіковані за основними видами дослідницької діяльності, які були виявлені. Вчителі навчалися на базі хмарної системи, яка була розроблена завдяки цьому підходу. Є приклади різних видів сервісів EOSC, які можна використовувати для підтримки відповідних етапів дослідницької роботи [97].

1. Пошук, отримання та накопичення даних дослідження та їх висвітлення в літературі, констатувальні дані. DARIAH Science Gateway, OpenAIRE.

2. Представлення, обробка та візуалізація шаблонів у даних, включаючи обмін. de.NBI Cloud, менеджер інфраструктури (IM).

3. Аналіз та інтерпретація результатів. Agora Resource Portfolio Management Tool, Jupyter Notebook.

4. Перевірка, обговорення, колективна оцінка результатів, рецензування. Тепер Resource Portfolio Management Tool.

5. Реалізація, публікація, застосування. DARIAH-Campus, Deep training fa-cility.

Модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки показує взаємозв'язок між групою вчителів і певними вибраними сервісами EOSC і відповідними дослідницькими процесами (рис. 32).

Суттєво, що лише певні сервіси EOSC можуть бути використані в науковій роботі вчителями, оскільки EOSC орієнтована насамперед на використання в роботі науковців і має в деяких випадках досить вузьке та специфічне застосування. Ця модель описує лише 8 хмарних сервісів, які використовувалися на кожному етапі дослідження. Ці сервіси є інтегрованими, оскільки вони розміщені в єдиній системі – EOSC. Таким чином, група

викладачів, вчителів або науковців може вибрати хмарні сервіси та використовувати їх у своїй практиці індивідуально чи колективно. Тобто передбачені обидві форми діяльності: групова та індивідуальна. До складу вчительської спільноти входить тьютор, який проводить індивідуальне та групове навчання. Репетитор аналізує сприйняття навчального матеріалу, дає поради та матеріали, відповідає на запитання.

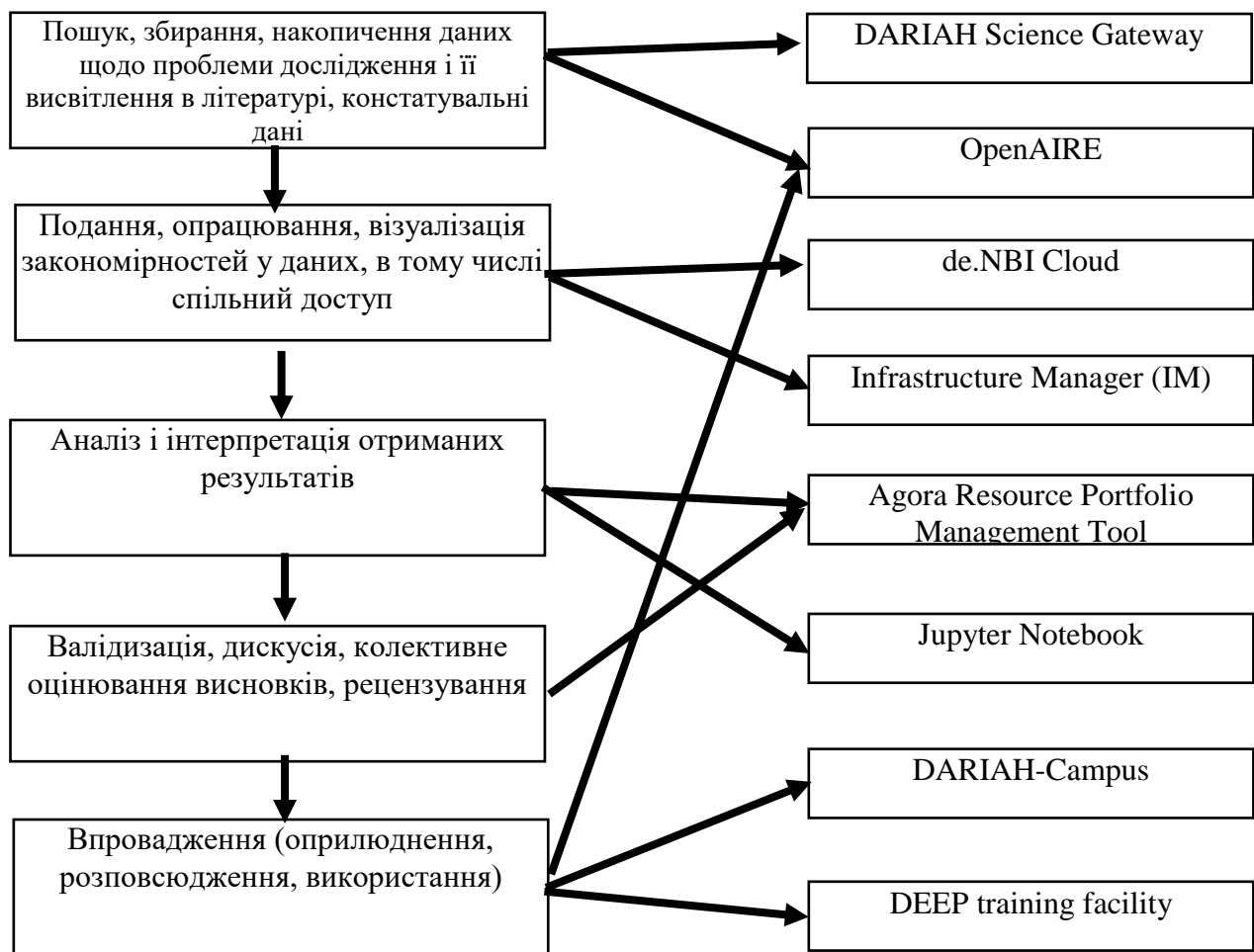


Рис. 32. Модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки.

Ця модель не передбачає розподілу сервісів за предметними галузями (математика, фізика, хімія, біологія), а скоріше ілюструє загальне призначення кожного сервісу, не акцентуючи увагу на предметній галузі.

Список хмарних сервісів не претендує на вичерпність і винятковість. Метою було показати можливість використання того чи іншого хмарного сервісу EOSC на кожному етапі наукових досліджень.

5. Впровадження (оприлюднення, розповсюдження, використання).
DARIAH-Campus, DEEP training facility.

Науковий шлюз DARIAH надає різноманітні веб-додатки та послуги для дослідників, інститутів та спільнот цифрових гуманітарних наук.

Особливості: Науковий шлюз DARIAH забезпечує легкий доступ до наступних програм: Simple Semantic Search Engine (SSE): дозволяє користувачам здійснювати пошук у базі знань електронної інфраструктури (сховища документів відкритого доступу та репозиторії даних).

Паралельна семантична пошукова система (PSSE): паралелізована версія SSE, що дозволяє одночасно здійснювати пошук у базі знань електронної інфраструктури, платформах Europeana, Cultura Italia, Isidore, OpenAgris, PubMed і DBpedia.

Jupyter Notebook можна використовувати для створення та обміну документами, які містять живий код, рівняння, візуалізації та текст. Використовуючи Jupyter Notebook, ви зможете виконувати аналіз даних за допомогою Python і створювати графіки у легкому для читання та доступному для спільного доступу форматі. Jupyter Notebook можна встановити на вашому комп'ютері або використовувати на JupyterHub на ESRF. <https://jupyter-slurm.esrf.fr> дозволить створити ноутбук Jupyter на кластері HPC з повним доступом до експериментальних даних, які ви отримали в ESRF.

Об'єднана концепція та інфраструктура de.NBI Cloud об'єднує та оптимізує наявні переваги окремих хмарних сайтів. De.NBI Cloud — це повністю академічна хмара, безкоштовна для академічних користувачів, де академічні хмарні центри надають сховище та обчислювальні ресурси для локально збережених даних. Надаються вузли високої пам'яті та графічного процесора, робочі процеси Bibigrid, Kubernetes, Bioinformatics (наприклад, Galaxy) і доступ до дзеркал баз даних, наприклад, Міжнародного консорціуму з геному раку. Послуги IaaS, PaaS і SaaS можна попередньо налаштувати. Наразі послуги надають шість хмарних установок, розподілених по Німеччині,

взаємопов'язаних за допомогою системи єдиного входу (SSO) та інфраструктури аутентифікації та авторизації ELIXIR (ELIXIR AAI).

AGORA – це інструмент для управління «портфелем послуг». Він адресований правлінню організації, щоб контролювати всі послуги, інструменти та продукти, які вона використовує або надає своїм клієнтам. Інструмент автоматично формує список послуг, доступних клієнтам.

AGORA працює в рамках організації-парасольки, членами якої є різні академічні установи, як у випадку з європейським проектом EOSC-HUB. Його користувачами є представники установ, які реєструють за допомогою цього інструменту послуги, які вони розробили та надають. Архітектура інструменту заснована на протоколі FitSM і реалізує шаблон опису послуги (Service Description Template SDT v1.1) за спільною домовленістю EGI, EUDAT та eInfracentral.

DARIAH-Campus – це як платформа відкриття, так і платформа хостингу для DARIAH та пов'язаних із DARIAH пропозицій у навчанні та освіті. Метою DARIAH-Campus є розширення доступу до відкритих, інклюзивних, високоякісних навчальних матеріалів, які спрямовані на розвиток творчості, навичок, технологій та знань у сфері мистецтва та гуманітарних наук із підтримкою цифрових технологій.

DEEP training facility

Розподілений навчальний центр для моделей машинного навчання, штучного інтелекту та глибокого навчання. Ця служба пропонує набір інструментів для створення та навчання моделей машинного навчання, штучного інтелекту та глибокого навчання в розподілених електронних інфраструктурах. Готові до використання моделі доступні для передачі навчання або повторного використання. Моделі можна створювати з нуля або формувати наявні та попередньо навчені моделі (перенесення навчання або повторне використання моделі). Особливості:

- прозоре навчання на розподілених електронних інфраструктурах з доступом до GPU;

- докер на основі портативності та багаторазового використання моделі;
- проста інтеграція моделі з REST API на основі стандартів;
- CLI та веб-інтерфейс користувача для взаємодії з системою;
- ідентичність на основі OpenID Connect [97].

3.3. Модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі

Розглянемо структуру моделі використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі (рис. 33).

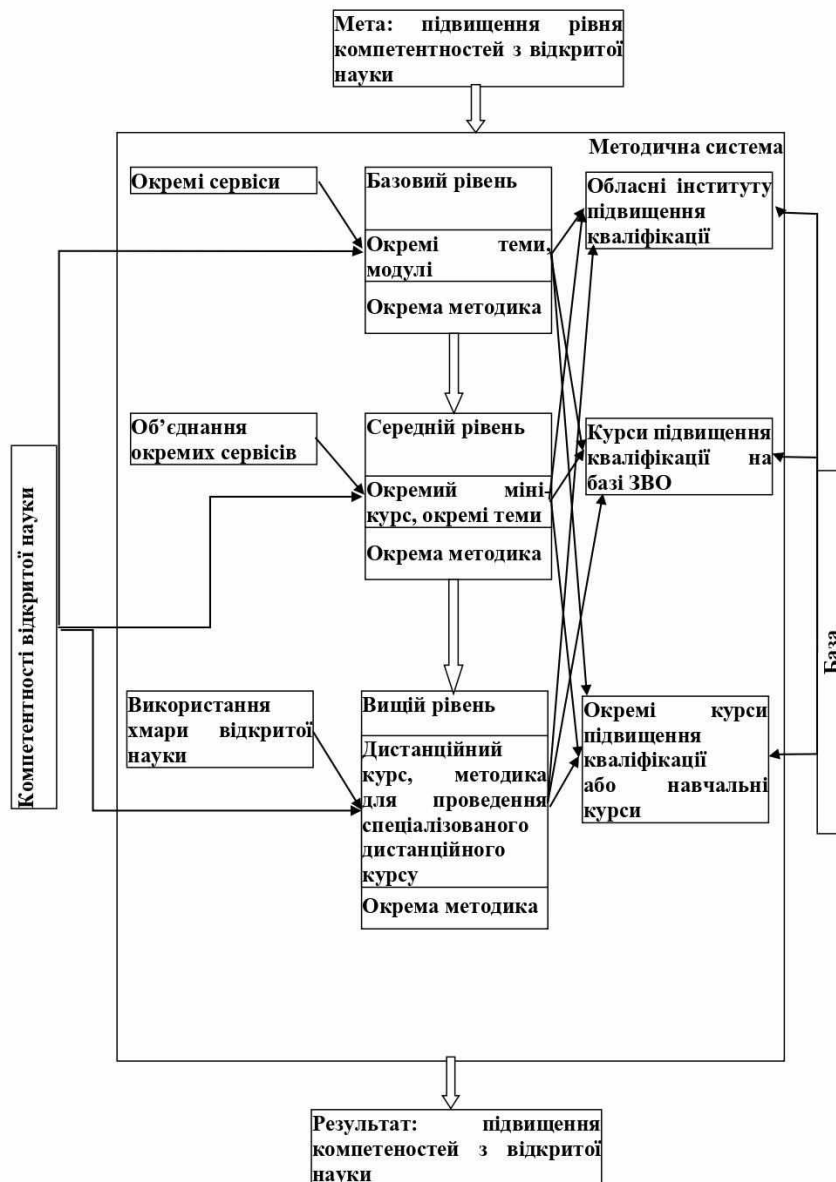


Рис. 33. Модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі.

Блок хмаро орієнтованої методичної системи є ключовим. На даний блок, точніше на його формування впливає мета: підвищення рівня компетентності з відкритої науки учасників освітнього процесу. Ця мета сформувався на основі двох компонентів: затвердження положення про науковий ліцей та направленості освіти на розвиток наукової компоненти.

До складників хмаро орієнтованої методичної системи входять три основні блоки: базова, спеціалізована та поглиблена методики. Цих методик достатньо, щоб забезпечити формування компетентності з відкритої науки учасників освітнього процесу. Дані методики залежать від бази, експериментальних майданчиків на яких буде проводитись впровадження: на базі обласних інститутів підвищення кваліфікації, курси підвищення кваліфікації на базі ЗВО та в якості окремих курсів підвищення кваліфікації (дистанційних та очних). Кожна методика передбачає залучення тих чи інших хмарних сервісів відкритої науки. Так, базова методика передбачає використання окремих хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на різних платформах. Спеціалізована методика зумовлює використання групи подібних хмарних сервісів.

В поглибленій методиці хмаро орієнтованої методичної системи використовується безпосередньо інструментарій хмари відкритої науки та об'єднання окремих її сервісів (але на базі однієї платформи – Європейської хмари відкритої науки) [44].

Зміст базової методики включає окремі теми чи модулі та передбачає вивчення щонайменше одного хмарного сервісу відкритої науки. Спеціалізована методика передбачає вже не лише оглядове вивчення існуючих хмарних сервісів, а принаймні їх групи, одночасного використання для різних видів діяльності. Відбувається вивчення вчителями окремого міні-курсу чи окремих тем. Поглиблена методика забезпечує вивчення та використання

інструментарію Європейської хмари відкритої науки в рамках дистанційного курсу чи спеціалізованого дистанційного курсу.

В якості результату одержимо підвищення рівня компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

В якості критеріїв оцінювання ефективності застосування методичної системи будемо розглядати підвищення рівня компетентності з відкритої науки [44].

Хмаро орієнтована методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти містить: методику використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика, скорочено відкрита наука в ЗЗСО); методику використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (спеціалізована методика, скорочено відкрита наука в ліцеї); методику використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика, скорочено відкрита наука з EOSC); методика використання хмарних сервісів EOSC для студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті» [44].

Цільовий компонент: підвищити рівень компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, а також майбутніх викладачів курсів підвищення кваліфікації.

Змістовий складник методичної системи спрямований на формування ІКТ компетентності та компетентності з відкритої науки вчителів та інших учасників освітнього процесу щодо використання хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем на кожному етапі наукового дослідження та в

навчальному процесі. Він містить низку модулів та тем присвячених навчанню використанню сервісів для організації експериментальних нарад, привнесення наукової складової у навчальний процес.

Методи навчання, що застосовуються у хмаро орієнтованій методичній системі: словесні (відео-лекції, текстові чати, онлайн-бесіди); наочні (відео-інструктаж, тренінг, семінар-тренінг); практичні (практичні роботи, групове виконання завдань).

Форми навчання: лекції; практичні роботи; групова робота; самостійна робота; тренінгові заняття; робота у дослідницьких мережних проектах; пояснення і індивідуальні консультації, контрольна перевірка, дистанційні курси. Основний акцент стосується організації роботи в групах, оскільки дана форма навчання є ключовою для організації проектної діяльності.

Засоби використання: інструментарій Європейської хмари відкритої науки (окремі хмарні сервіси та системи, що можна використати в освітньому процесі); хмарні сервіси, що не входять до складу Європейської хмари відкритої науки, проте використання яких спрямовано на підтримку принципів відкритої науки.

Результативний компонент: Підвищення рівня компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, викладачів курсів підвищення кваліфікації, студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті», інших учасників освітнього процесу.

Методика використання хмарних сервісів відкритої науки вчителями в освітньому середовищі школи

Цільовий компонент. Мета використання полягає у: забезпеченні професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти до роботи в наукових ліцеях, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки. Цільовою групою: вчителі природничо-математичних предметів ЗЗСО.

Змістовий компонент. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя природничо-математичних предметів. Платформа відкритої науки та її компоненти.

Технологічний компонент. Методи навчання: практичний; проблемне викладання; дослідницький; частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; пояснювально-ілюстративний. Форми навчання: лекції, самостійні, комп'ютерний практикум, навчальні і тренінгові заняття; семінари-практикуми, вебінари, пояснення, індивідуальні консультації, дистанційні курси. Засоби навчання: інструментарій (окремі хмарні сервіси відкритої науки) та платформа (чи система) для організації та проведення дистанційних курсів (наприклад Moodle чи Google Classroom). Вимоги до апаратно програмного забезпечення на комп'ютері користувача: робоче місце має бути обладнане комп'ютером (ноутбуком, нетбуком, планшетом), можливо використання смартфона. Обов'язкова умова: наявне підключення до мережі Інтернет (дротове, мобільне чи через Wi-Fi).

Результативний компонент: розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки для підтримування навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема, його науковості, підвищення рівня ІКТ компетентності, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (середній рівень)

Цільовий компонент. Мета: професійний розвиток вчителів наукових ліцеїв, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів, підвищення рівня ІКТ компетентності та компетентності з відкритої науки. Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент. Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ. Сервіси спільної роботи над навчальними проектами, а також спільного опрацювання даних у ході роботи над проектом. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої

науки.

Технологічний компонент. Методи навчання: практичний; проблемне викладання; дослідницький; частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; пояснювально-ілюстративний. Форми навчання: лекції, самостійні, комп'ютерний практикум, навчальні і тренінгові заняття; семінари-практикуми, вебінари, пояснення, індивідуальні консультації, дистанційні курси. Засоби навчання: інструментарій (окремі хмарні сервіси) Європейської хмари відкритої науки (EOSC), окремі хмарні додатки доповненої/віртуальної реальності, окремі хмарні сервіси відкритої науки та платформа (чи система) для організації та проведення дистанційних курсів (наприклад Moodle чи Google Classroom). Вимоги до апаратно програмного забезпечення на комп'ютері користувача: до 1000 слухачів одночасно можуть працювати з інструментарієм (окремі хмарні сервіси) Європейської хмари відкритої науки, що доступні через браузер; робоче місце має бути обладнане комп'ютером (ноутбуком, нетбуком, планшетом), можливо використання. Обов'язкова умова: наявне підключення до мережі Інтернет (дротове, мобільне чи через Wi-Fi).

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

Структура методики використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень)

Цільовий компонент. Мета: підвищення рівня і професійного розвитку вчителів наукових ліцеїв за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки. Цільова група: вчителі наукових ліцеїв природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент. Профілі вченого у відкритому доступі. Сервіси для пошуку наукових праць. Сервіси для оприлюднення наукових здобутків.

Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя природничо-математичних предметів. Платформа відкритої науки 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. 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) [44].

У ході дослідження були розглянуті та використані спеціальні види інструментів і сервісів, які доцільно використовувати для підготовки вчителів.

Профілі викладача у відкритому доступі: Google Scholar, ORCID, Web of Science, ResearcherID, Scopus, Бібліометрика української науки.

Сервіси пошуку наукових праць: Google Scholar, arXiv.org, Електронна бібліотека НАПН України, dblp computer science bibliography.

Послуги з публікації наукових досягнень педагогів: електронний інституційний репозитарій, електронний фаховий журнал, arXiv.org.

Сервіси European Open Science Cloud: зокрема, електронні навчальні ресурси, що стосуються предметних галузей навчання.

Інструменти та сервіси відкритої науки, що використовувалися для підтримки основних етапів наукового дослідження:

1. Пошук, збір, накопичення даних з проблеми дослідження та її охоплення в літературі, дані констатувального етапу дослідження. Найпоширеніші хмарні сервіси: Google Scholar, електронні бібліотеки установ, репозитарії, архіви матеріалів відкритого доступу, міжнародні бази даних, наукометричні бази даних.

2. Презентація, обробка, візуалізація закономірностей даних, включаючи обмін. Найпоширеніші хмарні сервіси: електронні таблиці (Microsoft Office Excel), електронні таблиці Google, хмарні системи комп'ютерної математики (SCM).

3. Аналіз та інтерпретація результатів (наприклад, із використанням статистичних пакетів). Найпоширеніші хмарні сервіси: статистичні пакети, презентації чи служби публікації.

4. Валідація, обговорення, колективна оцінка висновків, експертна оцінка. Найпоширеніші хмарні сервіси: соціальні мережі, інструменти хмарної системи, віртуальні інтерактивні дошки.

5. Реалізація, публікація, використання. Найпоширеніші хмарні сервіси: персональні сайти, блоги, соціальні мережі, освітні портали.

Результативний компонент: підвищення професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, 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).

В Україні підготовка кадрів з цифровізації освіти здійснюється на рівні магістратури, аспірантури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»). Аналіз освітніх програм за цією спеціалізацією, що впроваджуються у різних закладах вищої освіти, у т.ч. вищої педагогічної освіти, показав розбіжності в підходах, послідовності змісту, результатах навчання між рівнями магістра та доктора філософії. Наявні програми не охоплюють аспекту наскрізності, наступності в системі підготовки кадрів з цифровізації освіти. Аналіз також показав, що програми не відображають деякі актуальні напрями, що наразі розвиваються закордоном, зокрема, адаптивні системи навчання, імерсивні технології, технології відкритої науки тощо.

На початку нашого дослідження було проведене пілотне опитування студентів магістратури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті») у 2020-2021 н.р. Вибірку склали 30 осіб. Опитування було спрямоване на визначення обізнаності студентів щодо актуальних напрямів цифровізації освіти та науки, основних сучасних тенденцій і т ін.

Результати показали, що абсолютна більшість (97 %) респондентів не є обізнаними щодо базових понять дослідження, зокрема відкритої науки, відкритих даних тощо. З опитаних 76,7% мають лише загальні уявлення щодо основних термінів, дещо чули або читали про певні аспекти, однак не мають ґрунтовного розуміння. Тільки 3 % із загальної кількості опитаних підтвердили, що мають усвідомлене розуміння сутності базових понять дослідження, достатньо обізнані щодо європейських тенденцій, знають цілі Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud), можуть вказати конкретні типи сервісів і навести на прикладах можливості їхнього використання.

Усвідомлюючи необхідність забезпечення наскрізності підготовки кадрів цифровізації освіти (головним чином на базі закладів вищої педагогічної освіти), яка передбачає системність і наступність формування актуальних компетентностей (зокрема щодо здатності застосовувати хмарні технології відкритої науки) на різних рівнях освіти (бакалавр – магістр – доктор філософії – підвищення кваліфікації) та забезпечується інтегрованістю змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, було розроблено навчальний курс «Розумні технології в освіті». Курс викладався студентам магістратури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті») Національного університету біоресурсів та природокористування у 2020-2021 н.р. та, з-поміж іншого, включав модуль «Розумні технології в освіті». Навчання було спрямовано на ознайомлення і практичне застосування сервісів і технологій відкритої науки, вміння їх доцільно застосовувати на практиці, у навчальній та професійній діяльності.

Методика використання розумних систем відкритої науки у навчанні майбутніх магістрів з ІКТ в освіті була спрямована на більш повне задоволення освітньо-наукових потреб педагогічних досліджень, підвищення рівня ІКТ компетентності майбутніх викладачів педагогічних спеціальностей.

В ході навчання застосовувалися такі методи навчання, як пояснювально-ілюстративний, практичний, частково-пошуковий, проблемно-пошуковий, проблемно-евристичний. В якості форм навчання застосовувались лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота, індивідуальні і групові навчальні проєкти. Засоби навчання охоплювали електронні ресурси і адаптивні сервіси хмарних технологій, що можуть бути використані у системах і задачах відкритої науки (зокрема, Office 365, Microsoft Teams, Power BI, Microsoft Azure, AWS та ін.).

Практичні завдання були орієнтовані на створення навчальних проєктів «у хмарі», набуття навичок подання і опрацювання даних у хмаро орієнтованому середовищі (Office 365), використання адаптивних сервісів опрацювання даних (Power BI); створення і використання віртуальних машин з метою використання обчислювальних потужностей хмарних серверів (Microsoft Azure). Результативний компонент: підвищення рівня організації педагогічних досліджень, підвищення рівня ІКТ компетентності учасників [44].

РОЗДІЛ ІV МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.

4.1. Організація наукової і професійної діяльності педагогів в умовах війни

Після початку повномасштабної війни росії проти України, з 24 лютого 2022 р. наукова та науково-педагогічна спільнота вимушена пристосовуватись до нових умов організації професійної діяльності. Більшість закладів вищої освіти та наукових, науково-дослідних установ функціонують повністю в онлайн форматі. Це пов'язано з тим, що 43 заклади вищої освіти та 68 наукових установ частково пошкоджено (7 з них зруйновано повністю), також пошкоджено близько 15% дослідницької інфраструктури, частина території України окупована, а частина знаходиться під постійними обстрілами, що унеможлиблює очний формат виконання професійних обов'язків науковців. Треба враховувати ще й той факт, що в більшості областей України по декілька разів на день лунають тривалі повітряні тривоги (1-4 годин). Ці фактори призводять до організації та проведення більшості наукових досліджень, виконання службових обов'язків наукових та науково-педагогічних працівників в онлайн форматі (дистанційна форма роботи).

Після повномасштабного вторгнення науковці та освітяни опинилися перед вибором, як налагодити свій робочий процес. В нагоді стала організація дистанційного режиму роботи.

Розглянемо різноманітні онлайн-платформи для навчання та розвитку українських вчених, які набули особливої актуальності саме під час війни.

На платформі для онлайн-навчання – *Prometheus* (<https://prometheus.org.ua>) наразі крім платних курсів ще представлено велику базу матеріалів з безкоштовним доступом, а також курси для корпоративного навчання. Розміщено більше 250 онлайн-курсів. Популярними тематичними блоками є: бізнес, ІТ, англійська мова, особистий розвиток, проєктний менеджмент, державна служба, громадянська освіта та інші.

Існує студія онлайн-освіти *Educational Era* (<https://www.ed-era.com>), де розміщено онлайн-курси, спецпроекти, інтерактивні підручники та освітні блоги та огляд останніх освітніх тенденцій за різними напрямками. Під час війни на платформі EdEra з'явився освітній контент від провідних експертів з питань психології та військової справи для розвитку навичок медіаграмотності та аналізу інформації в умовах інформаційної війни (<https://safe.ed-era.com>). Тематичні розділи: психологія війни, домедична допомога, корисні справи, військова справа. Інформацію розміщено на сайті, в Instagram, Facebook й на каналах у Telegram та Viber.

Платформа *VUM online* (<https://vumonline.ua>) об'єднує сотні різноманітних курсів за 6 напрямками (рис. 34): «Особиста ефективність» (взаємодія з власними цілями), «Взаємодія зі світом» (культура, право, принципи сталого розвитку та побудова інформаційного суспільства), «Комунікативна ефективність» (медіація, управління репутацією), «Взаємодія з органами влади» (взаємодія із владою), «Соціальне підприємництво» (взаємодія з іншими людьми), «Формування і розвиток громад» (взаємодія з громадою). Створено для самоосвіти та саморозвитку кожного громадянина, незалежно від статусу чи соціального становища.

На платформі *Google Digital Workshop* представлено онлайн-курси з безкоштовними навчальними матеріалами, які допоможуть розвивати бізнес або кар'єру, є можливість обрати окремі модулі або пройти весь курс. Розподіл в основному за категоріями, тривалістю курсів, наявністю сертифікату, рівнем складності та організатором курсу. Наразі доступно 19 курсів за наступними темами: «Основи цифрового маркетингу», «Підвищте онлайн безпеку свого бізнесу», «Ділове спілкування», «Мистецтво публічних виступів» тощо.

LabsArena.com – це онлайн-платформа для пошуку, обміну або продажу наукового обладнання та витратних матеріалів, на якій було створено окремий розділ «Підтримка України: наука і освіта під час російського вторгнення».

розміщення баз даних з пропозиціями для підтримки українських студентів-біженців та науковців (<https://labsarena.com/support-ua>).

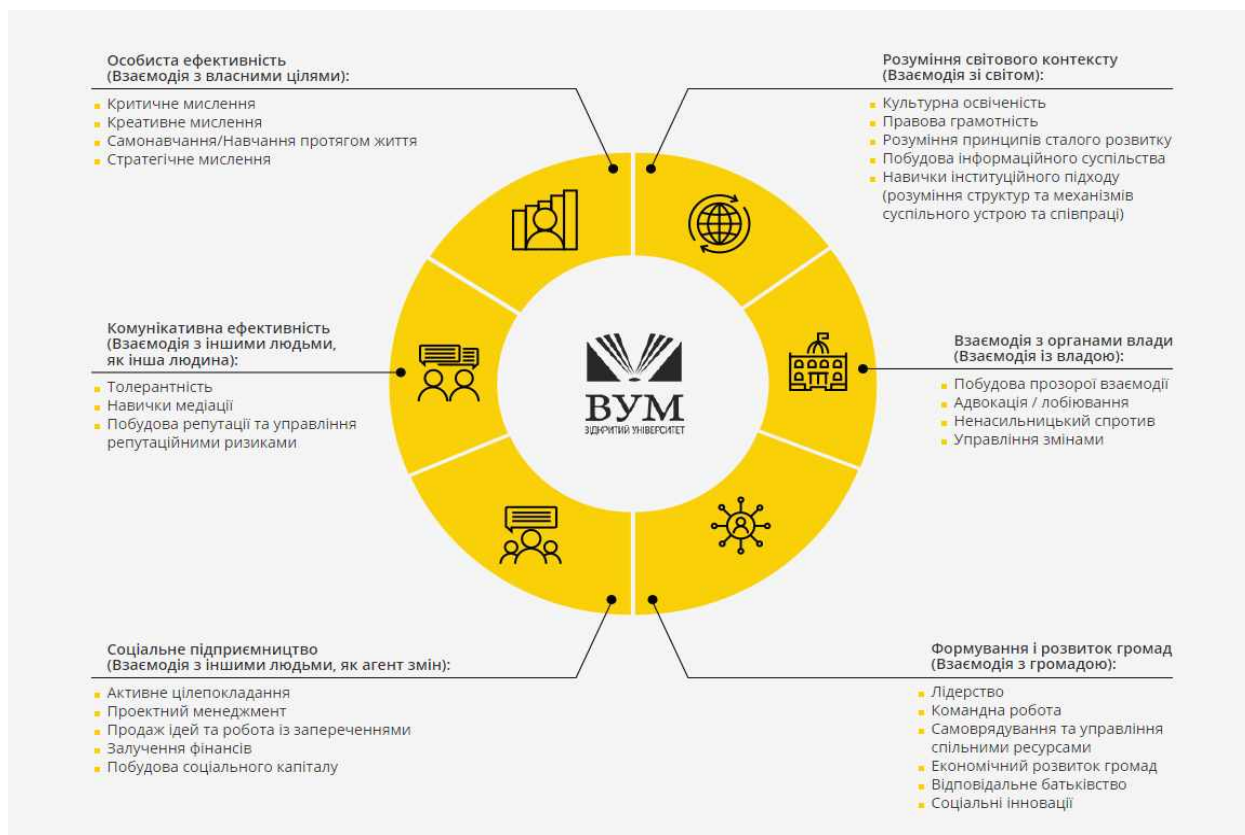


Рис. 34. ВУМ online. Рубрикатор курсів

Доступ до понад 5000 курсів від провідних університетів і компаній за допомогою *Coursera for Campus*. Онлайн-навчання світового класу для студентів, викладачів та науковців.

Також, існує багато інших онлайн-платформ для розвитку за різними напрямками: прослухати лекції з історії України, мистецтва, кіно, літератури, моди, журналістики можна на Wisecow. Відеолекції TacticMedAid можна подивитись для здобуття знань з домедичної допомоги. Пропонується велика кількість курсів вивчення іноземних мов (Drops, Ling App, Goethe-Institut, LingQ, Mondly, Preply, Test-English тощо).

Свій внесок зробила компанія розробник програмного продукту – Unichesk, яка запровадила безкоштовну перевірку робіт на плагіат для усіх українських закладів освіти. Доступ до сервісу залишатиметься безоплатним

до завершення року (<https://unicheck.com/ua/blog/bezkoshtovna-perevirka-na-plagiat-dlya-universytetiv-vid-unicheck>).

Розглянемо грантові можливості для освітян та науковців України й особливості міжнародної діяльності для українських вчених в умовах воєнного стану.

На сайті Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України (<http://ysc.in.ua/>) функціонує розділ «Діяльність під час війни», у якому подано інформацію про можливості отримання зарубіжних грантів та стипендій на період воєнного стану, а також можливості отримання правової, наукової та ін. підтримки вчених, які перебувають в Україні. Запропоновано ресурси, які допоможуть удосконалити знання з іноземних мов.

На сайті Національного фонду досліджень України (НФДУ) представлено різні пропозиції для українських вчених від закордонних інституцій [86]. Інформація постійно оновлюється, тому для отримання актуальних даних бажано перевіряти пропозиції на сайтах. Дані пропозиції є вкрай актуальними, оскільки фінансування проєктів НФДУ, переможців конкурсів «Наука для безпеки людини та суспільства», «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» було призупинено 15 березня 2022 року.

Для налагодження професійної комунікації для спільноти науковців буде корисним створення спільноти з використанням месенджерів (наприклад *Viber*, *Telegram*). Таку спільноту використовують зазвичай для швидкого інформування про першочергові доручення, події, організації заходів. При цьому подібні спільноти можуть бути організовані на рівні: керівників, відділів та установи.

Науковці та науково-педагогічні працівники, як правило мають справу з критеріями та показниками ефективності проведення наукового дослідження [7]. Для узагальнення одержаних результатів на рівні відділу наукової установи доречним буде створення спільного документу засобами хмарних сервісів (наприклад, *Google Документи*, *Office 365*). При цьому доступ до

документу будуть мати всі працівники відділу та зможуть самостійно заповнювати таблиці, списки наукової продукції, показники цитувань і т.д. Схожий принцип роботи буде і для формування текстової частини фахової статті у співавторстві, коли шаблон статті розширюється для співавторів та організовується одночасна робота в реальному часі. При цьому спільнота науковців використовує усі інструменти доступні в хмарних сервісах: чати (текстові та відео), коментарі та дописи до окремих розділів та підрозділів статті. Це значно спрощує роботу та прискорює процес оформлення наукових здобутків групи науковців. Для спільної роботи над текстом зарубіжної статті можна порадити використання хмарного сервісу *Overleaf* (<https://www.overleaf.com>), що є безкоштовним (пакет послуг за замовчуванням). Мінусом даного сервісу є обмежена кількість одночасного підключення до документу (2 особи). Однак, використання платної підкипски передбачено підключення спільноти користувачів. Хмарний сервіс зорієнтований на роботу з мовою розмітки LaTeX та пакетом макросів TeX, що в переважній більшості використовують для оформлення статей до подання та подальшої публікації в закордонних виданнях.

Електронний документообіг наукової та науково-дослідної установи організовують як правило з використанням хмарного репозиторію (наприклад *Google Диск, OneDrive, Dropbox*). При цьому має бути заздалегідь продумана структура файлів та погоджена з керівництвом. З даною структурою керівники підрозділів ознайомлюють наукових співробітників та погоджують дедлайни виконання тих чи інших доручень. Листування в рамках електронної пошти буде виступати додатковим засобом організації роботи наукових співробітників відділу.

Організацію та проведення семінарів, засідань відділів та Вченої ради наукової установи проводять із залученням програм відеоконференцій (наприклад *Zoom, Skype, Google Meet*). Події, що мають бути доступні широкому загалу та охоплювати значну аудиторію, як правило транслуються в соціальні мережі (наприклад *Facebook*) чи на *Youtube*.

Повноцінно організувати проведення наукового дослідження на кожному його етапі можливо за рахунок використання сервісів *The European Open Science Cloud (EOSC)*, Європейської хмари відкритої науки (<https://eosc-portal.eu>), що розроблена спеціально під потреби наукової спільноти. EOSC в межах спільної платформи поєднує 332 безкоштовних хмарних сервісів, що поєднані одним акаунтом. Окремі етапи наукового дослідження (опитування, обробка експериментальних даних, оформлення результатів експерименту) можна організувати з використанням інструментарію *CoCalc* (<https://cocalc.com>). Цей хмарний сервіс орієнтований в першу чергу на науковців та наукові колективи. Говорячи про організацію спільної роботи відділу наукової установи, то зручніше за все це робити в межах однієї платформи для зручності обміну даними та наданням прав доступу для кожного користувача окремо.

Отже, організацію професійної діяльності науковців та науково-педагогічних працівників в умовах війни доречно організовувати в дистанційному форматі. Для самоосвіти наукових співробітників існує низка платформ та студій онлайн-освіти: Prometheus, Educational Era, ВУМ online, Google Digital Workshop, Coursera for Campus, що в переважній більшості є безкоштовними. Українські вчені попри призупинення фінансування та виконання українських проєктів мають можливість отримати зарубіжні гранти чи стипендії. Дана інформація вчасно висвітлюється на сайтах НФДУ та Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України. Текстові та відео месенджери можна використати під час організації наукової комунікації наукової установи чи її підрозділів. Хмарні сервіси наукова спільнота використовує для звітності, роботою над фаховими та зарубіжними статтями у співавторстві, організації наукового дослідження та візуалізації отриманих результатів.

Організація педагогічної професійної діяльності в ЗЗСО в умовах війни

Після повномасштабного воєнного вторгнення Російської федерації на територію України довелося змінити освітній процес у країні. 25 лютого 2022

року Міністерством освіти і науки України було направлено листа керівникам департаментів (управлінь) освіти і науки обласних, Київської міської державних адміністрацій і керівникам закладів професійної, фахової передвищої та вищої освіти з рекомендацією щодо припинення освітнього процесу в усіх закладах освіти та оголошення канікул на два тижні [73]. У зв'язку з вищезазначеними умовами всі учні та співробітники навчальних закладів, у тому числі й закладів загальної середньої освіти, пішли на вимушені канікули.

Терміну відновлення освітнього процесу передують багато факторів, визначальними є безпека учасників освітнього процесу в закладах освіти, відсутність загрози для життя та здоров'я мирних мешканців у містах.

Згідно Указу Президенту № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні» всі українські заклади освіти за можливістю працюють за дистанційною формою навчання [93]. Хоч дистанційна форма навчання набула значного поширення за останні роки (у зв'язку з уведенням карантинних обмежень, спричинених розповсюдженням COVID-19) як у ЗВО, так і у ЗЗСО, однак наразі ситуація ускладнюється тим, що фізично вчителі чи викладачі подекуди розміщені в різних містах чи закордоном. Дистанційна чи змішана форма навчання, мабуть буде переважати в більшості регіонів України найближчі роки, адже зруйновано більше ніж 84 заклади освіти, а 928 – пошкоджено (7 мільйонів, 2022). Окрім того, варто враховувати специфіку кожного ЗЗСО, стиль роботи вчителів-предметників та інтенсивність воєнних дій у окремих регіонах України.

Мільйони людей, серед них діти й вчителі, змушені були залишити свої домівки через війну в Україні, і тому навчальний процес зазнав ще більших змін у порівнянні з періодом поширення коронавірусної хвороби (COVID-19). Впливовими чинниками стали: переміщення осіб у межах України та евакуація у інші країни, непередбачуваний графік тривоги, що відбуваються у різні періоди часу та неоднаково тривають у містах та областях, введення комендантських годин (інколи на кілька діб).

У певних областях навчання відновилося офлайн, онлайн або змішаному режимі, а в деяких – поновлення не відбулося навіть у дистанційному режимі. Заклади освіти та педагогічні колективи на місцях отримали право самостійно обирати формат, а також форми, методи і засоби навчання.

Онлайн заняття можуть проходити як консультації в режимі запитання-відповідь, вебінару, онлайн форуму, віртуальної екскурсії тощо. Також організація дистанційного навчання може відбуватись з поєднанням синхронного та асинхронного режимів.

Під час планування та організації навчального процесу у ЗЗСО під час воєнного стану варто враховувати специфічні особливості кожної конкретної області, а саме: наближеність до окупованих територій; кількість співробітників ЗЗСО, які перебувають в Україні, кількість співробітників ЗЗСО, які виїхали за кордон; наявність у вчителів пристроїв для організації навчального процесу засобами цифрових технологій та постійного інтернет-з'єднання; наявність в учнів пристроїв для організації навчального процесу засобами цифрових технологій та постійного інтернет-з'єднання.

Тому оптимальним варіантом організації буде один із режимів дистанційного навчання: синхронний, асинхронний чи біхронний [19]. При цьому слід зазначити, що *синхронний режим* роботи можливий лише в певних регіонах України, оскільки передбачає одночасне підключення усіх учасників навчального процесу в реальному часі. Численні повітряні тривоги унеможливають класичний навчальний процес у синхронному режимі роботи, оскільки будуть вимушені перерви не час оголошення повітряної тривоги. У такому випадку можливі декілька сценаріїв.

Перший сценарій. Полягає в тому, що навчальний процес продовжується в синхронному режимі роботи з урахуванням часу, який тривала повітряна тривога. Зрозуміло, що в такому разі усі навчальні предмети зсуваються у часі та мають коригуватись класним керівником.

Другий сценарій. Після оголошення повітряної тривоги учні можуть продовжити навчання в асинхронному режимі. Після відбою тривоги усі

повертається синхронний режим навчального процесу. Однак таке комбінування різних режимів роботи більш притаманне біхронному режиму, що дозволяє продовжити навчальний процес у будь-якому місці.

Треба зупинитись на відмінностях асинхронного режиму роботи та біхронному. *Асинхронний режим* роботи вчителя з класом передбачає, що весь матеріал попередньо поданий учителем на окремій платформі та доступний учням або весь одразу, або за умови проходження того чи іншого навчального модуля (надання доступу за умови виконання послідовних кроків учнем чи завдань, що дозволить контролювати процес оволодіння навчальним матеріалом).

Відмінність *біхронного режиму* роботи [19] полягає лише в тому, що учні за можливості, мають змогу підключитись до заздалегідь запланованої події в реальному часі. Тобто усі основні умови організації асинхронного режиму зберігаються, але до них можна включити можливість проведення занять у режимі реального часу (наприклад, консультації з окремої теми, як індивідуальні, так і групові). Можливим є і перегляд відеозапису консультацій, які проводить учитель, такі консультації зберігаються на платформі як додатковий навчальний матеріал.

В умовах війни можна виокремити й певні категорії учнів:

- ті, хто залишились у місцях свого постійного проживання;
- евакуйовані до різних областей України (внутрішньо переміщені);
- евакуйовані за межі України (зовнішньо переміщені).

Для кожної категорії дітей освітній процес має свої особливості, які необхідно враховувати під час організації дистанційного навчання.

Важливо в організації дистанційного навчання узгодити розклад уроків з особливостями проведення онлайн-занять. Додатково до освітніх програм, навчальних планів, санітарних вимог, що впливають на формування розкладу, ще має враховуватись наявність викладацького складу й можливість вчителів підключатися за певним графіком.

Організація онлайн навчання залежить від багатьох факторів: наявності матеріально-технічної бази, ергономічних можливостей, соціально-психологічних аспектів. Наразі ще необхідно врахувати чинники безпеки учнів та педагогів, особливості діяльності кожної школи в умовах воєнного стану.

Проблеми технічного та ергономічного характеру пов'язані з:

- відсутністю або обмеженим доступом до індивідуальних технічних засобів навчання (залишили гаджети вдома під час переміщення; техніка знаходилась у будівлях, що були пошкоджені; велика кількість користувачів у сім'ї, які одночасно навчаються та працюють дистанційно);

- обмеженим доступом до інтернету (відсутність інтернет-зв'язку; швидкість Wi-Fi роутерів може бути лімітованою; відсутність Wi-Fi точок у деяких укриттях);

- неможливістю облаштування комфортного місця для навчання (відсутність тихого та комфортного робочого місця для навчання; перебування у багатолюдному місці; наявність перебоїв з освітленням).

Для вирішення наявних технічних проблем можна запропонувати, наприклад, навчання в асинхронному режимі, тобто надавати можливість прослуховувати навчальні матеріали та виконувати завдання, коли будуть усі необхідні умови для цього. У такому випадку учням буде зручно робити уроки по відеозапису. Однією з перешкод саме синхронного навчання може стати перебування дітей у країнах, що знаходяться у різних часових поясах. Тому саме для цієї категорії учнів теж краще запропонувати асинхронний режим або навчання за індивідуальним планом.

На часі стала поява онлайн-платформи «Всеукраїнська школа онлайн» (далі ВШО) [5] для дистанційного навчання українських дітей як в Україні, так і за кордоном, де розміщено уроки для учнів 5–11-х класів. Методичні матеріали з організації дистанційного та змішаного навчання на базі ВШО представлено на таких ресурсах: Всеукраїнська школа онлайн. Як

користуватися, Освіторія [85], Інструкція щодо роботи на платформі «Всеукраїнська школа онлайн» [7].

Одним із важливих аспектів навчання є соціально-психологічний фактор. З огляду на останні події, психологічний стан дітей може бути нестабільним. Тому важливо надавати моральну підтримку дітям у вигляді бесід, практичних вправ. Існує багато методик, як допомогти дитині в таких умовах. Залучення практичного психолога до освітнього процесу може стати корисною практикою. Перші заняття після довготривалої перерви краще розпочати з фахівцем для легшої адаптації учнів до навчання. Індивідуально або ж групові заняття після відновлення навчання допоможуть дітям подолати стрес та тривогу.

На сайті Нової української школи представлено поради «Як учителям розпочати навчальний процес. 42 практики та 18 відповідей на запитання від Світлани Ройз» пам'ятку для вчителів, які працюють із дітьми саме під час війни [103]. Коротко розглянемо деякі поради під час організації занять [15]:

1. Створення безпечного простору, у якому б дитина відчула підтримку.
2. Не бажано використовувати в іграх чи під час занять метафори, образи літаків тощо. Це може травмувати дітей, які були під обстрілами. Краще спиратися на метафори та образи дому, землі, веселки, води. До потрібно бути уважними до звуків, що використовуються в супроводі.
3. Не бажано пропонувати дітям образи воєнної техніки, але приймати той факт, коли вони самі хочуть намалювати, виліпити чи обговорити це. Важливо працювати над образами сили та стійкості й частіше пропонувати дитині намалювати чи зобразити те, що є її силою.
4. Для дитини, яка пережила втрату, втратила близьких або будинок, неприпустимими є слова на кшталт «час лікує», «подивися, який тут є хороший варіант для тебе» тощо. Ці слова ще більше знижують психологічний бар'єр.
5. Дітям важливо почути слова підтримки, наприклад: «Те, що ти пережив – жахлива трагедія, це жахливо й так шкода, що тобі довелося через

це пройти. Я захоплююсь твоїми мужністю та силою. Попри таке горе, ти справляєшся, як справжній герой». Саме так можна розпочати перший урок із дітьми.

Державна служба якості освіти у співпраці з ініціативою «Система забезпечення якості освіти», що впроваджується в межах проєкту «Супровід урядових реформ в Україні» (SURGe), та командою підтримки реформ Міністерства освіти і науки України розробили поради для керівників шкіл щодо організації освітнього процесу в умовах війни. Рекомендується оптимізувати навчальне навантаження та пропонується педагогам проводити вдвічі менше занять, ніж у довоєнний час. Зазначається, що заняття у синхронному режимі важливі для учнів, проте більше в соціально-психологічному аспекті, ніж у навчальному. Решту часу пропонується присвятити у асинхронному режимі, а саме: спілкуванню з дітьми у месенджерах; роботі з онлайн-ресурсами («ВШО», «На урок» тощо); виконанню дітьми вправ та завдань, що передбачають психологічне розвантаження, техніки врегулювання емоційного стану тощо [5].

Статтею 10 Закону України «Про повну загальну середню освіту» встановлено, що безперервна навчальна діяльність учнів закладів загальної середньої освіти не може перевищувати 35 хвилин (для 1 року навчання), 40 хвилин (для 2–4 років навчання), 45 хвилин (5–12 років навчання), окрім випадків, визначених законодавством.

Організація навчального процесу у ЗЗСО під час воєнного стану виявляється найбільш оптимальною за рахунок дистанційного навчання. При цьому досліджуючи специфіку режимів дистанційного навчання (синхронний, асинхронний чи біхронний) краще надати перевагу біхронному як режиму організації навчального процесу, який допоможе вчителю врахувати ряд факторів та умов, що виникають внаслідок окупації частини територій України. Під час організації навчального процесу вчителю треба враховувати категорії учнів в умовах війни: непереміщені, внутрішньо переміщені, зовнішньо переміщені. Проблеми технічного та ергономічного характеру

також впливають на планування навчального процесу ЗЗСО та окремих предметів. Частина цих проблем учителі можуть уникнути плануючи навчання в асинхронному режимі. Класичний синхронний режим навчання має низку вад, особливо під час оголошення повітряних тривог, територіальну віддаленість окремих учнів та вчителів (наприклад, різні часові пояси). До кінця 2022 р. більшість дистанційних платформ та спеціалізованих сервісів оголосили безкоштовний доступ для українських учнів та вчителів. Організацію дистанційного навчання можна спланувати з використанням онлайн-платформи «Всеукраїнська школа онлайн». Організовуючи дистанційне навчання треба не забувати про соціально-психологічний фактор. Учитель має зосереджувати підготовку до уроку не лише на якості навчального матеріалу, але й на моральній підтримці учнів, надавати допомогу у вигляді бесід.

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

Багато існуючих інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями за рахунок підтримання дослідницького процесу на всіх його етапах та полегшення впровадження практичних розробок у галузі освіти та педагогіки. Співпраця може призвести до того, що новий програмний продукт створюватиметься шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів освіти та установ (навчальних та наукових).

Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем призведе до якісної зміни навчального процесу та професійного розвитку вчителів, що, своєю чергою, модернізує в шкільній практиці засоби та методи навчання. Для вдосконалення та стандартизації нових освітніх і наукових практик у педагогічній науці потрібні систематичні підходи до

документування, каталогізації та обміну інформацією щодо існуючих даних і сервісів.

Нові підходи також залежать від формування відповідних довідкових бібліотек та колекцій хмарних сервісів відкритої науки. Цілісність довідкових бібліотек значною мірою залежить від якості метаданих та документування матеріалів на основі наданих зразків. Тому слід використовувати принципи відкритої науки для забезпечення того, щоб нові методи впроваджувались на всіх етапах освіти.

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

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

Для того, щоб перейти до повної і докорінної зміни пріоритетів у бік принципів і підходів відкритої науки, безпосереднього залучення дослідників до сповідування цих принципів, необхідна докорінна зміна культури та мислення в науковому співтоваристві та освітній спільноті. Зокрема

традиційні, доцифрові механізми наукової комунікації та визнання глибоко закладені в сучасній академічній практиці, а нові технології до недавнього часу не були впроваджені (зокрема це стосується виникнення і поширення сервісів EOSC, інших Європейських та міжнародних ініціатив). Для здійснення цих змін потрібен комплексний, багатогранний підхід, який передбачатиме [55]:

- запровадження в освітню практику, зокрема в закладах вищої педагогічної,

- післядипломної педагогічної освіти, постійних тренінгів, навчальних курсів з підвищення кваліфікації у сфері відкритої науки (зокрема навчання за новими напрямками управління даними фахівців з інформатики та науковців). Це має передбачати змішаний підхід до опанування базовими навичками поряд з активним, незалежним, проблемним навчанням;

- підтримка освітньої діяльності на основі наявності відповідної технічної та допоміжної інфраструктури;

- заохочення та визнання працівників та дослідників, що сповідують принципи відкритої науки, оцінка їх досягнень шляхом запровадження альтернативних показників;

- постійне сприяння розвитку відкритої науки та керівництво нею на всіх рівнях;

- зосередження фокусу уваги суспільства на залученні до практик відкритої науки та визнання їх пріоритетності;

- запровадження і визнання необхідності дотримання практик відкритої науки в закладах освіти та науково-педагогічних дослідженнях.

Учителям всіх категорій потрібно пропонувати можливості або на офіційних курсах, або під час професійної практики, розвивати різні аспекти навичок, що відповідають принципам відкритої науки, наприклад, вимоги до відкритого доступу до даних досліджень та відкритого доступу до публікацій. Оскільки потреби вчителів\викладачів будуть різнитися залежно від їх дисциплінарних вимог та досвіду, у плані розвитку їх особистої кар'єри має

бути визначений список визначених потреб у навчанні. Це особливо важливо для вчителів які планують працювати в наукових ліцях.

Окрім того, ці навички повинні постійно розвиватися вчителями на їх кар'єрних траєкторіях. Зазвичай підготовка докторів філософії вимагає високої концентрації. Інші категорії вчителів, які не планують здобувати науковий ступінь, також потребують постійного навчання та розвитку. Хоча наукова підготовка має стати частиною підготовки вчителів наукових ліцеїв протягом усієї кар'єри (наприклад, участь у конференціях, проведення наукових днів та спеціальних навчальних курсів), набуття додаткових навичок, які пов'язані з відкритою наукою, на даний момент не передбачено під час навчання на курсах)підвищення кваліфікації.

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

Комбіноване навчання за допомогою онлайн-курсів та наставництва також може спрацювати, але лише настільки, наскільки застосовується вбудований підхід. Слухачі курсів підвищення кваліфікації повинні розглядати компетентності відкритої науки як частину набору інструментів та рівня знань, що очікуються від будь-якого професіонала в галузі досліджень.

Тому ці курси повинні бути інтегровані з програмами розвитку кар'єри науковців.

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

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

4.3. Запровадження хмарних технологій відкритої науки у процес наскрізного навчання ІКТ в освіті

Для науково-інноваційної політики сучасних європейських країн наразі пріоритетним напрямом є відкрита наука (Open Science). Згідно з рекомендаціями ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO Recommendations, 2021) [178], її визначено як інклюзивний конструкт, що поєднує різні рухи і практики, спрямовані на забезпечення відкритості та доступності наукових знань для кожного, розширення наукового співробітництва та обміну інформацією на користь науки і суспільства, забезпечення відкритості

процесів створення наукових знань, їх оцінювання та наукової комунікації для суб'єктів, які не належать до наукової спільноти. Це – нова концепція наукового процесу, заснована на високих стандартах прозорості і співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань з використанням сучасних цифрових технологій.

Характерним для поточного етапу розвитку сучасних цифрових технологій є поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем, зміна способів доступу до розподілених ресурсів, урізноманітнення видів роботи з ними. Знакова відмінна риса хмарних обчислень полягає в тому, що сервіси та ресурси є віртуальними (тобто, зберігаються віддалено, в «хмарі»), що створює умови для забезпечення широкого доступу до різних видів сервісів.

Хмаро орієнтовану систему відкритої науки розглядаємо як сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов'язані один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби певного користувача [100]. До хмарних сервісів відкритої науки відносимо системи підтримки діяльності віртуальних навчальних/наукових колективів; інформаційно-аналітичні мережні системи і сервіси підтримки наукових досліджень (електронні журнальні системи, е-бібліотеки, системи веб-конференцій та ін.); системи підтримки навчальних/наукових проєктів; спеціалізоване програмне забезпечення (сервіси математичного призначення, конструювання, проєктування, візуалізації даних, статистичних обрахунків тощо); дослідницькі наукові мережі й інфраструктури та ін. [100].

На часі уточнення змісту основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі; аналіз світових тенденцій та перспективних шляхів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти; обґрунтування принципів, методів і підходів, засобів і сервісів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти; розроблення моделі використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки у в освітньому процесі; обґрунтування методичної

системи використання сервісів хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої освіти та розроблення відповідних методичних рекомендацій та ін.

У низці державних документів України наголошено на необхідності посилення цифровізації освіти, запровадження переваг нових технологій та інструментів (Стратегія розвитку, 2020), важливості забезпечення сталого розвитку цифрової компетентності шляхом запровадження постійно діючих курсів, тренінгів для освітян, перегляду й осучаснення змісту освіти, зокрема забезпечення відповідності змісту освіти в галузі ІКТ сучасним вимогам тощо (Концепція цифрової трансформації, 2021), наголошено на необхідності вирішення проблем, пов'язаних з необхідністю оновлення системи освіти, подолання дефіциту висококваліфікованих кадрів для повноцінного розвитку цифрової економіки та цифровізації загалом (Україна 2030Е).

Дійсно, успішність цифровізації освітньо-наукового сектору, у т.ч. в напрямі запровадження перспективних хмарних технологій відкритої науки, у значній мірі залежить від кадрового потенціалу – фахівців, які безпосередньо включені в цифрову трансформацію освіти, а також від системності, узгодженості, скоординованості дій учасників цих процесів.

В Україні підготовка фахівців вищого кваліфікаційного рівня з ІКТ в освіті здійснюється в межах магістратури (7 рівень національної рамки кваліфікацій) та аспірантури (8 рівень національної рамки кваліфікацій), за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізацією «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». Проаналізувавши освітньо-професійні та освітньо-наукові програми за зазначеною спеціалізацією, можна відзначити низку розбіжностей, зокрема стосовно послідовності змісту, підходів, результатів навчання між рівнями магістра та доктора філософії. Програми, що нині реалізуються, не охоплюють аспекту наскрізності, наступності навчання в аспекті формування компетентностей з використання ІКТ в освіті. Також з'ясували, що ці програми не відображають окремі напрями, що наразі є актуальними і активно розвиваються закордоном (у т.ч.

адаптивні системи навчання, імерсивні технології, технології відкритої науки тощо).

На початку нашого дослідження проведено пілотне опитування студентів магістратури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті») Національного університету біоресурсів та природокористування (2020-2021 н.р.). До вибірки увійшли 30 осіб. Опитування мало на меті визначити обізнаність магістрантів щодо актуальних напрямів цифровізації освіти та науки, основних сучасних тенденцій, технологій і т.ін.

За отриманими результатами з'ясували, що абсолютна більшість респондентів (97 %) не обізнані стосовно базових понять дослідження: «відкрита наука», «відкриті дані», «відкритий доступ» тощо. 76,7 % мають лише загальні уявлення щодо основних термінів, дещо чули або читали про окремі аспекти, однак не мають ґрунтового розуміння.

Лише 3 % респондентів підтвердили, що мають усвідомлене розуміння сутності базових понять дослідження, достатньо обізнані щодо європейських тенденцій, знають суть і цілі Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud), можуть назвати конкретні сервіси і навести приклади їх можливого використання.

У зв'язку з необхідністю забезпечити наскрізність навчання ІКТ в освіті, у т.ч. в аспекті підготовки кадрів цифровізації освіти, що передбачає планомірність, системність і наступність формування цифрових компетентностей (зокрема щодо здатності застосування хмарних сервісів і технологій відкритої науки) на різних рівнях освіти (від бакалавра до магістра та до доктора філософії) та забезпечується інтегрованістю змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, було розроблено навчальний курс «Розумні технології в освіті». Авторський курс впроваджувався під час викладання студентам магістратури Національного університету біоресурсів та природокористування, за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізацією «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» (2020-2021

н.р.). Навчання було спрямоване на теоретичне засвоєння і практичне застосування сервісів і технологій відкритої науки, вміння їх доцільно обирати і застосовувати у навчальній та професійній діяльності. Методика використання розумних систем відкритої науки під час підготовки магістрантів спрямовувалася на покращення організації педагогічних досліджень, підвищення рівня цифрової компетентності майбутніх викладачів педагогічних спеціальностей, опанування актуальних сервісів і технологій відкритої науки.

У ході навчання застосовувалися такі методи навчання, як пояснювально-ілюстративний, практичний, частково-пошуковий, проблемно-пошуковий, проблемно-евристичний. В якості форм навчання застосовувались лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота, індивідуальні і групові навчальні проекти. Засоби навчання охоплювали електронні ресурси і адаптивні сервіси хмарних технологій, що можуть бути використані у системах і задачах відкритої науки (зокрема, Office 365, Microsoft Teams, Power BI, Microsoft Azure, AWS та ін.).

Практичні завдання були орієнтовані на створення навчальних проектів «у хмарі», набуття навичок подання і опрацювання даних у хмаро орієнтованому середовищі (Office 365), використання адаптивних сервісів опрацювання даних (Power BI); створення і використання віртуальних машин з метою використання обчислювальних потужностей хмарних серверів (Microsoft Azure).

Навчання проходило за двома змістовими модулями, що охоплювали таку тематику:

Модуль 1. Адаптивні системи навчального та наукового призначення. В межах цього модулю розглядалися поняття адаптивних систем навчального призначення, що суттєво взаємопов'язані з такими трендами сучасного хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, як "великі дані", "смарт дані" і "FAIR дані". Їх розроблення і усвідомлення науково-освітньою спільнотою лише починається, тоді як запровадження їх у процес навчання є нагальною і

необхідною потребою. Адаптивні системи навчання з цього погляду можна розуміти в контексті останніх тенденцій формування Суспільства 5.0, що характеризується інтеграцією фізичного і кіберпростору, на основі інтелектуальних цифрових технологій, віртуальної і доповненої реальності, опрацювання великих даних. Розглядалися типи адаптивних систем навчання, одним із найбільш яскравих представників яких є Knewton, адаптивна платформа навчального призначення, що пропонує курси з найрізноманітніших предметів і дисциплін. Розглянуто еволюцію адаптивних систем навчального призначення в освіті, щоб підкреслити той факт, що саме завдяки виникненню і використанню хмарних технологій при розробці освітніх систем з'явилася дійсна можливість реалізувати на якісно новому рівні їх автоматичне налаштування на швидкозмінні інформаційно-комунікаційні та обчислювально-процесуальні потреби користувача. Практичні роботи за 1-м модулем здійснювалися із використанням сервісів Microsoft Office 365, Microsoft Teams, що дало можливість створювати як групові, так і індивідуальні навчальні проекти.

Модуль 2. Адаптивні хмаро орієнтовані системи в освіті і науці. У межах цього модулю розглядалися основи проектування адаптивних хмаро орієнтованих систем, зокрема, ґрунтовно вивчалися технології розгортання віртуальних машин, що є основою формування адаптивних хмаро орієнтованих додатків і сервісів. Запропоновано два підходи до вивчення даного матеріалу – створення кожним студентом індивідуальної віртуальної машини у власному акаунті (наприклад, на AWS), або створення викладачем віртуальної машини, тоді на практичних заняттях студенти навчалися отримувати доступ до віртуальної машини і здійснювати з нею певні дії. Для даного курсу було обрано другий підхід, який більше орієнтований на групову роботу студентів і відпрацювання навичок, що є більш актуальним для даної навчальної програми і спеціальності, а не на власне розробку додатків, що може бути більш доречно для навчання студентів в галузі комп'ютерних наук. Поглиблене знайомство з адаптивними технологіями в освіті і науці було б

неповним без розгляду хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Це новий і перспективний клас хмаро орієнтованих систем, що використовується як інструмент цифрової трансформації процесів наукових досліджень. Основною концепцією при їх проєктуванні є принципи FAIR даних (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Тобто передбачається опрацювання даних таким чином, щоб вони були зручними для пошуку, доступними, сумісними і придатними для повторного використання.

Саме з цією метою у Європейському союзі у 2018 р. була створена і запущена в дію EOSC – European Open Science Cloud (Європейська хмара відкритої науки), що є пан-європейською інфраструктурою, що надає величезну кількість сервісів для опрацювання даних, доступну для науковців. Її опанування у навчальному процесі є найсучаснішим трендом, тому розгляд особливостей використання її сервісів також було включено до змісту даного модуля. Особливої уваги у межах теми відкритої науки займають хмарні сервіси адаптивного опрацювання даних, зокрема Microsoft Power BI. За допомогою цього сервісу студенти виконували практичні роботи. Зокрема, на рис. 35 зображено імпортування даних, що був виконаний студентом під час виконання практичної роботи.

Переважає більшість магістрантів (75 %) після проходження авторського курсу засвідчили високий рівень обізнаності з концепцією відкритої науки, продемонстрували вміння використовувати зазначені сервіси.

Розроблений курс розглядаємо як один з кроків на шляху до вдосконалення актуальних цифрових компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наступності підготовки в системі бакалавр – магістр – доктор філософії, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої освіти [100].

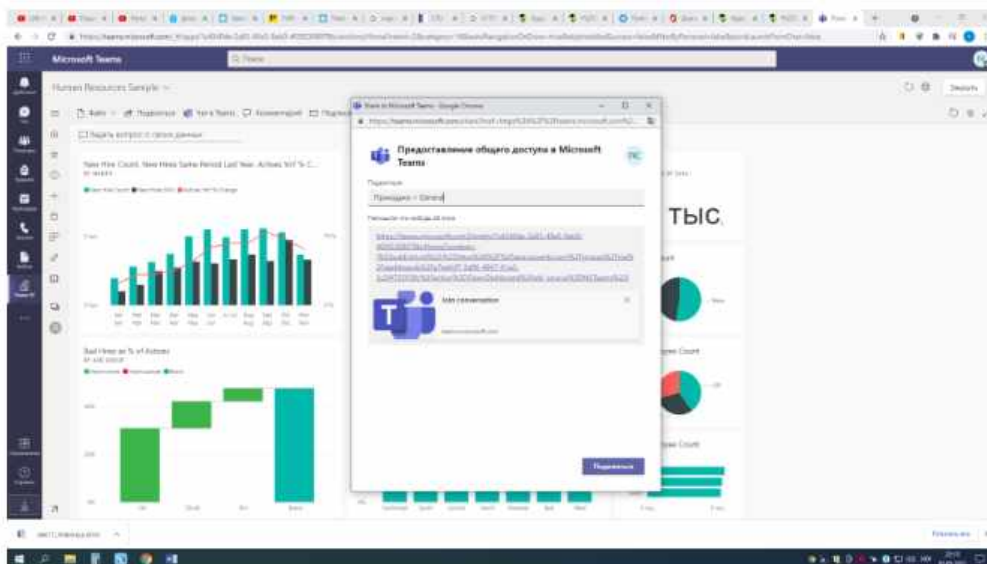


Рис. 35. Імпорт даних в Power BI – виконання студентом практичного завдання [100]

Підсумовуючи вищесказане, можемо дійти таких висновків:

1. Відкрита наука – це нова концепція наукового процесу, що передбачає забезпечення відкритого доступу до результатів досліджень, роз’яснення і популяризацію наукових знань серед широких верств населення, досягнення високих стандартів прозорості і співробітництва та нові способи поширення знань з використанням цифрових технологій. У короткостроковій перспективі очікується, що запровадження принципів відкритої науки забезпечить більшу прозорість та цілісність наукових досліджень, а в довгостроковій перспективі – підвищить якість науки й освіти загалом;

2. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки – сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов’язані один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби певного користувача. Запровадження цих гнучких, функціональних, потужних засобів сприятиме забезпеченню ширшого доступу до сучасних цифрових технологій, підвищенню якості наукових досліджень і освітніх послуг загалом;

3. Цифровізація освіти є невід’ємним елементом побудови Суспільства 4.0, що потребує підготовки компетентних кадрів (кадрів цифровізації освіти);

4. Ефективність підготовки кадрів цифровізації освіти значно вища, якщо забезпечено умови наскрізності, наступності цієї підготовки на різних рівнях освіти (від бакалавра до магістра та до доктора філософії). Формування здатності застосовувати хмаро орієнтовані технології відкритої науки є важливим компонентом такої підготовки;

5. Авторський курс «Розумні технології в освіті» розглядаємо як один із кроків на шляху до вдосконалення актуальних цифрових компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наступності підготовки в системі бакалавр – магістр – доктор філософії, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої освіти.

Таким чином, проблема впровадження хмарних технологій відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті наразі є актуальною та потребує подальших досліджень. Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефективності, ширшому використанню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти [100].

4.4. Запровадження навчального курсу «інтелектуальні технології в освіті» у наукову освіту вчителів

Однією з головних умов підвищення якості підготовки педагогічних і наукових кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницьких підходів у викладанні та навчанні є впровадження розумних відкритих наукових систем в ЗВО та закладах післядипломної освіти. У зв'язку з цим виникає потреба у фундаментальних дослідженнях щодо проектування та використання хмароорієнтованих методичних систем відкритої науки в освітньому процесі вищої школи та професійному розвитку

викладачів. З цією метою у 2021 році в Інституті цифровізації освіти НАПН України розпочато планове дослідження «Методологія використання хмарних систем відкритої науки в навчальних закладах» (№ 0121U107673), присвячене питанням, пов'язаним із цифровізація відкритої науки.

Очікуваний соціальний ефект від реалізації дослідження – підвищення якості навчального процесу вищих навчальних закладів та післядипломної освіти; ефективність впровадження хмарних інструментів і сервісів, підвищення рівня цифрової компетентності вчителів, ширше використання сервісів відкритої науки в освітньому процесі. Дослідження присвячено методології впровадження відкритих наукових сервісів на різних рівнях педагогічної освіти { у закладах підготовки вчителів, а також у педагогічних університетах для підготовки педагогічних кадрів. Для цього були розроблені та впроваджені на різних рівнях спеціальні навчальні курси та відповідні методики навчання.

Навчальний курс «Інтелектуальні технології в освіті» розроблено для студентів Національного університету біоресурсів і природокористування спеціальності Інформаційно-комунікаційні технології в освіті 011 Освітні, педагогічні науки 01 Освіта / Педагогіка, 2020-2021 н.р. У рамках цього курсу впроваджено модуль «Розумні технології відкритої науки», спрямований на підвищення компетентностей студентів у відкритій науці.

Загальна кількість слухачів – 30. Перед початком курсу було проведено вимірювання ІКТ-компетенцій учасників, які включали питання, пов'язані з використанням відкритих наукових технологій. До вступу на навчальний курс лише 1 респондент із загальної кількості розумів поняття відкритої науки чи відкритих даних. Натомість 23 студенти відповіли, що знають лише трохи про ці поняття. Після завершення курсу переважна більшість слухачів (75%) продемонстрували високий рівень обізнаності щодо концепції відкритої науки та вміння користуватися цими сервісами, що свідчило про зростання відповідних ІКТ-компетенцій. Методи використання інтелектуальних систем відкритої науки у підготовці майбутніх магістрів ІКТ в освіті використано для

задоволення освітніх і наукових потреб здобувачів освіти, підвищення рівня їхньої ІКТ-компетентності. У ході навчання застосовуються такі методи, як роз'яснювально-використовувалися ілюстративний, практичний, частково-пошуковий, проблемно-пошуковий, проблемно-евристичний. Загалом тренінг був спрямований на практичне застосування сервісів і технологій відкритої науки, вміння застосовувати їх у навчальній та професійній діяльності. Як форми навчання використовувалися лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота, індивідуальні та групові навчальні проекти. Інструменти навчання включали електронні ресурси та адаптивні хмарні сервіси, які можна використовувати для підтримки відкритих наукових систем і завдань (Microsoft Office 365: Teams; Power BI; Microsoft Azure). Практичні завдання були зосереджені на створенні освітніх проектів у хмарі», набутті навичок представлення та обробки даних у хмароорієнтованому середовищі (Microsoft Office 365), використання адаптивних сервісів обробки даних (Power BI); створення та використання віртуальних машин для використання обчислювальних потужностей хмарних серверів (Microsoft Azure) Очікуваний результат був спрямований на підвищення рівня організації освітніх досліджень та ІКТ-компетентності учнів.

Тобто, якщо студенти мають низьку обізнаність про відкриті наукові послуги, що робити з викладачами, які працюють на курсах? Можливо, проблема ще існує на етапі навчання в навчальних закладах. Але для того, щоб зробити цінні висновки, необхідно було опитати репрезентативну вибірку викладачів усіх регіонів України та студентів педагогічних закладів вищої освіти. Для затвердження отриманих результатів, підтримки принципів відкритої науки, з'ясування поточного етапу використання хмарних відкритих наукових систем було проведено опитування, на базі Google Group створено групу для вчителів «Відкрита наука в освіті» (e-mail: open_science_ua@googlegroups.com, посилання на опис групи: https://groups.google.com/g/open_science_ua/about). Група відкрита і на даний

момент налічує 469 учасників (охоплює всі регіони України), з кожним днем група збільшується, залучаючи нових учасників.

Опитування показало, що більшість викладачів (80%) не були знайомі з концепцією відкритої науки та її принципами та не знали, що таке Європейська хмара відкритої науки (EOSC). Усі респонденти (100%) відповіли, що для пошуку навчальної літератури використовують лише відкриті електронні ресурси.

Для забезпечення необхідної підготовки вчителів розроблено дистанційний курс «Open Science Cloud Services for Educators». За весь час навчання в ньому були задіяні: науковці { 1, учні та студенти { 2, керівники навчальних закладів { 3, співробітники з управління освіти { 7, вихователі ДНЗ { 10, інші працівники школи - 29, викладачі ВНЗ { 58, керівники навчальних закладів { 66, викладачі коледжів і ПТУ { 72, викладачі загальноосвітньої школи { 395. Всього зареєстровано { 921; приєднався до курсу { 774; пройшов курс { 643. Для проведення курсу розроблено методичку використання смарт-сервісів відкритої науки у підготовці вчителів. Він був спрямований на навчання вчителів та їх професійний розвиток, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів, підвищення рівня ІКТ-компетентності. У ході навчання були використані наступні методи навчання: практична робота; проблемне навчання; частковий пошук; проблемно-розв'язувальний і пояснювально-ілюстративний. Загалом тренінг був спрямований на вивчення та тренування практичного застосування адаптивних відкритих наукових інструментів (деяких хмарних сервісів, у тому числі сервісів віртуальної реальності) EOSC. Лекції, комп'ютерні практикуми,

Як форми навчання використовувалися навчально-тренувальні заняття, семінари, вебінари, роз'яснення, індивідуальні консультації, дистанційні курси. Інструменти навчання включали послуги European Open Science Cloud і платформу для підтримки курсів дистанційного навчання (наприклад, Moodle або Google Classroom). Практичні завдання були зосереджені на сервісах спільної обробки даних та сервісах спільної роботи над навчальними

проектами; використання сервісів EOSC; оволодіння навичками роботи зі спеціалізованими хмарними сервісами, зокрема сервісами віртуальної реальності, як інструментами відкритої науки. Очікуваним результатом було розширення доступу до хмарних сервісів для підтримки навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема дослідницької складової, підвищення рівня ІКТ-компетентності здобувачів освіти.

Для з'ясування стану сформованості відкритих наукових компетенцій та оцінки ефективності запропонованої методики підготовки вчителів виміряно такі компоненти ІКТ-компетентності: навички та досвід спілкування у своїй дисципліновій сфері та за її межами; навички та досвід управління дослідницькими даними, аналізу/використання/повторного використання, поширення. Кожен компонент розглядався окремо та розраховувався за рівнями: високий, достатній, середній та низький. Наприкінці курсу були виміряні ті ж показники сформованості компетенцій відкритої науки. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що відсоток високого рівня навичок і досвіду дослідження, менеджменту, аналізу/використання/повторного використання та розповсюдження зріс до 31%, а достатній рівень зріс з 9% до 24%. Водночас спостерігається збільшення кількості слухачів курсів, які мають достатній рівень навичок та досвіду у своїй дисциплінарній спільноті та за її межами: з 38% до 41%.

Впровадження інтелектуальних систем відкритої науки в навчальних закладах є необхідною передумовою підготовки фахівців, здатних доцільно, науково обґрунтовано застосовувати перспективні інформаційно-комунікаційні технології у своїй майбутній освітній та науковій діяльності. Зазначене зумовлює необхідність оновлення змісту та підходів до підготовки вчителів, формування їх готовності до якісної професійної діяльності в умовах цифровізації освіти, зокрема шляхом впровадження інтелектуальних систем відкритої науки.

Таким чином, структура та склад навчальних курсів можуть бути узгоджені із запланованими цілями розвитку та новими викликами, які можуть

виникнути в майбутньому. Для цього необхідно розглянути та впровадити методичну хмарну систему, яка включає окремі методи використання хмарних компонентів для освітніх цілей у підготовці вчителів.

Серед напрямків впровадження смарт-систем відкритої науки для підготовки вчителів виділяють такі як:

- для підтримки індивідуальних і спільних форм навчальної діяльності в аудиторії, а також у позакласній аудиторії з використанням сервісів загальнодоступних хмарних платформ для освітніх цілей, наприклад, Microsoft Office 365 (Microsoft Teams), G Suite for Education, FaceTime , Google Duo, Hangouts та інше;

- включати хмарні сервіси відкритої науки, зокрема, сервіси Європейської відкритої наукової хмари в процес підготовки та підвищення кваліфікації викладачів у ВНЗ та післядипломної підготовки;

- створити розумні системи відкритої науки в освітніх університетах, включаючи засоби та сервіси науково-освітніх інформаційних мереж; хмарні бази даних і колекції даних, хмарні офісні програмні додатки, спеціалізовані навчальні засоби програмного забезпечення, а також послуги EOSC;

- впроваджувати та впроваджувати спеціально розроблені та апробовані хмарні методичні системи в процес підготовки педагогічних кадрів різних рівнів.

Отже, в умовах глобалізації, євроінтеграції, прискорення цифрової трансформації багатьох сфер людської діяльності постає необхідність створення в Україні конкурентоспроможної освітньої сфери, формування сучасних людських компетенцій і кваліфікацій, підвищення рівня доступності та якості освіти. Однією з головних умов підвищення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницького підходу в навчанні є запровадження розумних відкритих системи науки в педагогічній та післядипломній педагогічній освіті.

Як наслідок, впровадження норм відкритої науки в Україні має призвести до більшого обміну, підзвітності, відтворюваності та надійності наукових матеріалів і вплинути на процес навчання в цілому.

ВИСНОВКИ

1. У результаті виконаного аналізу сучасних засобів і сервісів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти виокремлено та охарактеризовано головні різновиди, здійснено їх класифікацію відповідно до типів діяльності відкритої науки. Розглянуто основні особливості вибраних сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC) (<https://eosc-portal.eu/>). Вони були класифіковані за основними видами дослідницької діяльності: 1. Пошук, відтворення, накопичення даних з проблеми дослідження та її висвітлення в літературі, констатує дані (DARIAH Science Gateway, Open-AIRE). 2. Представлення, обробка, візуалізація шаблонів у даних, включаючи обмін (de.NBI Cloud, менеджер інфраструктури, IM). 3. Аналіз та інтерпретація результатів (Agora Resource Portfolio Management Tool, Jupyter Notebook). 4. Перевірка, обговорення, колективна оцінка результатів, рецензування (Resource Portfolio Management Tool). 5. Реалізація, публікація, застосування (DARIAH-Campus, Deep training facility). Список хмарних сервісів не претендує на вичерпність і винятковість. Метою було показати можливість використання того чи іншого хмарного сервісу EOSC на кожному етапі наукових досліджень.

2. Модель використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі містить три основних блоки, що відповідають рівням її апробації: базовий, середній та вищий. Для кожного рівня визначена методика, що передбачає використання окремих хмарних сервісів, їх групи чи безпосередньо інструментарію Європейської хмари відкритої науки. Складники компетентності з відкритої науки згруповано у чотири основні категорії: 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.

3. Методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти охоплює низку окремих методик: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базовий рівень); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (середній рівень); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень); методика використання хмарних сервісів EOSC для студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті».

4. В якості мети для створення методичної системи виступає: підвищення рівня сформованості компетентностей з відкритої науки учасників освітнього процесу. В якості хмаро орієнтованої системи виступатиме платформа відкритої науки (з окремим інструментарієм), зокрема передбачено застосування її компонентів в освітньому процесі, а також окремі хмарні сервіси. Цьому сприятиме ширший доступ до інструментарію Європейської хмари відкритої науки та підвищення рівня науковості організації навчання у науковому ліцеї.

5. Зміст методичної системи спрямовано на формування ІКТ компетентності учасників освітнього процесу щодо використання хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем на кожному етапі наукового дослідження та в навчальному процесі. Методи навчання, що застосовуються у хмаро орієнтованій методичній системі: словесні (відео-лекції, текстові чати, онлайн-бесіди); наочні (відео-інструктаж, тренінг, семінар-тренінг); практичні (практичні роботи, групове виконання завдань). Форми навчання: лекції; практичні роботи; групова робота; самостійна робота; тренінгові заняття; робота у дослідницьких мережних проектах; пояснення і індивідуальні консультації, контрольна перевірка, дистанційні курси. Основний акцент стосується організації роботи в групах, оскільки дана форма навчання є

ключовою для організації проектної діяльності. Засоби навчання: інструментарій Європейської хмари відкритої науки (окремі хмарні сервіси та системи, що можна використати в освітньому процесі); хмарні сервіси, що не входять до складу Європейської хмари відкритої науки, проте використання яких спрямовано на підтримку принципів відкритої науки. Результативний компонент: розширення доступу до хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем в освітньому процесі закладів освіти, підвищення рівня організації наукових досліджень у закладах освіти, підвищення рівня ІКТ компетентності вчителів та викладачів.

6. Засоби і сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, які доцільно рекомендувати до використання у закладі вищої педагогічної освіти у процесі підвищення кваліфікації вчителів: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (хмарні сервіси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom Skype, Power BI, CoCalc та ін.). Профілі викладача у відкритому доступі: Google Scholar, ORCID, Web of Science, ResearchID, Scopus, Бібліометрика української науки. Сервіси пошуку наукових праць: Google Scholar, arXiv.org, Електронна бібліотека НАПН України, dblp computer science bibliography. Послуги з публікації наукових досягнень педагогів: електронний інституційний репозитарій, електронний фаховий журнал, arXiv.org. Сервіси European Open Science Cloud: зокрема, електронні навчальні ресурси, що стосуються предметних галузей навчання.

7. Виокремлено інструменти та сервіси відкритої науки, що доцільно рекомендувати застосовувати для підвищення кваліфікації вчителів для підтримки основних етапів наукового дослідження:

– пошук, збір, накопичення даних з проблеми дослідження та її охоплення в літературі, дані констатувального етапу дослідження. Найпоширеніші хмарні сервіси: Google Scholar, електронні бібліотеки установ, репозитарії, архіви матеріалів відкритого доступу, міжнародні бази даних, наукометричні бази даних;

– презентація, обробка, візуалізація закономірностей даних,

включаючи обмін. Найпоширеніші хмарні сервіси: електронні таблиці (Microsoft Office Excel), електронні таблиці Google, хмарні системи комп'ютерної математики (SCM);

– аналіз та інтерпретація результатів (наприклад, із використанням статистичних пакетів). Найпоширеніші хмарні сервіси: статистичні пакети, презентації чи служби публікації;

– валідація, обговорення, колективна оцінка висновків, експертна оцінка. Найпоширеніші хмарні сервіси: соціальні мережі, інструменти хмарної системи, віртуальні інтерактивні дошки;

– реалізація, публікація, використання. Найпоширеніші хмарні сервіси: персональні сайти, блоги, соціальні мережі, освітні портали.

8. Інструменти та сервіси відкритої науки, що доцільно рекомендувати застосовувати в системі підвищення кваліфікації вчителів для підтримки основних етапів наукового дослідження:

– пошук, збір, накопичення даних з проблеми дослідження та її охоплення в літературі, дані констатувального етапу дослідження. Найпоширеніші хмарні сервіси: Google Scholar, електронні бібліотеки установ, репозитарії, архіви матеріалів відкритого доступу, міжнародні бази даних, наукометричні бази даних;

– презентація, обробка, візуалізація закономірностей даних, включаючи обмін. Найпоширеніші хмарні сервіси: електронні таблиці (Microsoft Office Excel), електронні таблиці Google, хмарні системи комп'ютерної математики (SCM);

– аналіз та інтерпретація результатів (наприклад, із використанням статистичних пакетів). Найпоширеніші хмарні сервіси: статистичні пакети, презентації чи служби публікації;

– валідація, обговорення, колективна оцінка висновків, експертна оцінка. Найпоширеніші хмарні сервіси: соціальні мережі, інструменти хмарної системи, віртуальні інтерактивні дошки;

– реалізація, публікація, використання. Найпоширеніші хмарні сервіси: персональні сайти, блоги, соціальні мережі, освітні портали.

9. Серед практик відкритої науки, які доцільно запроваджувати в освітньо-науковому середовищі закладів освіти, визначено наступні:

– відкриті дані для повторного використання, тиражування, перегляду та архівування. Архівування також включає способи управління даними;

– використання вільнопоширюваного програмного забезпечення та інструментів з відкритим кодом, з урахуванням питань зручності та етики;

– відкриті обговорення результатів, співпраця викладачів та слухачів у процесі досліджень за допомогою технологій, участі в наукових соціальних мережах та інфраструктурах, сервісів загальнодоступних або корпоративних хмаро орієнтованих середовищ;

– відкрита комунікація та оцінювання наукових здобутків шляхом проведення семінарів, в ході спільних проектів або досліджень (включаючи пряме та повторне використання розробок з відкритим доступом).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. К. : Атіка, 2008. 684 с: іл.
2. Биков В. Ю. Проблеми та перспективи інформатизації системи освіти в Україні. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Сер. 2* : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2012, № 13, с. 3-18.
3. Везетіу К. В. Принципи функціонування системи післядипломної педагогічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2012, № 30, с. 95-98.
4. Візнюк, І., Буглай, Н., Куцак, Л., Поліщук, А., & Киливник, В. (2021). Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 59, 14–22. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
5. Всеукраїнська школа онлайн (2022). URL: <https://lms.e-school.net.ua>
6. Державна служба якості освіти України (2022). Як вчителю організувати свою роботу під час війни: рекомендації Державної служби якості освіти. URL: <https://sqe.gov.ua/yak-vchitelyu-organizuvati-svoyu-robotu-p>
7. Жежнич П. І., Березко О. Л. ОПТИМА. Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи (ОПТИМА). 2021. URL: <https://lpnu.ua/optima>
8. Іванова С. М., Кільченко А. В., Мінтій І. С., Вакалюк Т. А. Оцінювання результативності наукової діяльності засобами інформаційно-цифрових систем окремої установи. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2021. № 3. С. 39–53
9. Інструкція щодо роботи на платформі "Всеукраїнська школа онлайн" (2022). YouTube. URL: <https://youtu.be/hFe10bXiSWg>
10. Коваленко В.В. Особливості застосування персоніфікованих засобів і

технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки у підготовці вчителів. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2022», м. Київ, 14 листопада 2022 р.

11. Коваленко В., Литвинова С., Мар'єнко М., Шишкіна М. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 3 (25), 2020. С. 67–74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>.

12. 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 : збірник наукових праць*, 2021, № 38 (11). С. 56-64. DOI 10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-4.

13. Концепція цифрової трансформації освіти і науки. 2021. <http://surl.li/byvla>.

14. Концепція цифрової трансформації освіти і науки. 2021. URL: <http://surl.li/byvla>.

15. Коротка пам'ятка для вчителів, які працюють із дітьми під час війни. 9 правил (2022). НУШ. URL: <https://nus.org.ua/articles/kоротка-pam-yatka-dlya-vchyteliv-yaki-pratsyuuyut-iz-ditmy-pid-chas-vijny-9-pravyl>

16. Корсікова К. Г. Самоосвіта сучасного вчителя як безперервний процес удосконалення педагогічної майстерності. *Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень*. 2020, С. 97-99.

17. Кремень, В. Г. (ред.). (2022). *Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи*. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>

18. Кремень В. Г. Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта. *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура. Педагогічна думка*. Київ, 2008 с. 9-48.

19. Куриш Н. К. Впровадження біхронного режиму онлайн-навчання в закладах післядипломної педагогічної освіти. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 3 (39), (2021). С. 199–204. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/>

sites/default/files/202201/pedagogics.journalsofznu.zp_.ua_3_2021_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf#page=199

20. Лещенко М. П., Яцишин А. В. Відкрита освіта у категоріальному полі вітчизняних і зарубіжних учених. *Інформаційні технології і засоби навчання*. № 1 (39), 2014, С. 1-16. Doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v39i1.985>.

21. Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухих А. С., Яцишин А. В. Цифровізація загальної середньої освіти України (кінець ХХ ст. – ХХІ ст.). *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць*. 2022. № 65, С. 40-57. DOI : <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-65-40-57>.

22. Литвинова С. Г., Буров О. Ю., Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 55. 2021. С. 46–62. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>.

23. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія / С. Г. Литвинова. Київ. : ЦП «Компринт», 2016. 354 с.

24. Мар'єнко М. В. Аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї». *Інноваційна педагогіка*. 2022. Випуск 45. С. 283-286. DOI : <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/45.59>.

25. Мар'єнко М. В. Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем. Зб. мат. конф. ІТЗН НАПН України. VII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Наукова молодь-2019». Київ, 2019. С. 95-98.

26. Мар'єнко М. В. Аналіз стану проблеми підготовки вчителів

природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Інформаційні технології в освіті*. (43), 52-63. URL : <http://ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/768>.

27. Мар'єнко М. В. Використання месенджерів в дистанційному навчанні. Дистанційне навчання в сучасній Україні : проблеми та перспективи: збірник тез науково-практичної конференції (20 травня 2020 р., м. Одеса). Одеський національний політехнічний університет, 2020. С. 32-33.

28. Мар'єнко М. В. Відкрита наука як передумова формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів. Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (14-15 листопада 2019 року). Київ : НАУ, 2020. С. 59.

29. Мар'єнко М. В. Етапи проєктування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Актуальні проблеми в системі освіти : заклад загальної середньої освіти – доуніверситетська підготовка – заклад вищої освіти : зб. наук. праць матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9 червня 2020 р. Київ : НАУ, 2020. С. 96-98.

30. Мар'єнко М. В. Європейська хмара відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. Розвиток науки і техніки : проблеми та перспективи: збірник тез Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції з нагоди відзначення Дня науки- 2020 в Україні (м. Київ, 21 травня 2020 р.). Київ : ДНДІ МВС України. С. 367-369.

31. Мар'єнко М. В. Інноваційні моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XX Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Частина I. (Одеса, 21-22 квітня 2020 р.). Видавництво ОНАХТ, 2020. С. 124-126.

32. Мар'єнко М. В. Інноваційні моделі формування хмаро орієнтованої

системи підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї. Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (4-5 червня 2020 р., м. Херсон) / за заг. ред. Г. О. Райко. Херсон : Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. С. 119-121.

33. Мар'єнко М. В. Класифікація інструментарію Moodle в контексті відкритої науки. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «MoodleMootUkraine 2020: теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle»: тези доповідей. (Київ, 22 травня 2020 р.). Київський національний університет будівництва і архітектури, 2020. URL : <https://2020.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=23>.

34. Мар'єнко М. В. Компетентності відкритої науки вчителів природничо-математичних дисциплін. Освіта дорослих : теорія, досвід, перспективи: зб. наук. пр. / редкол. Л.Б. Лук'янова (голова), Аніщенко О.В. (заступник голови) та ін.; Ін-т пед. освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України. Київ, 2020. Вип. 2 (18). С. 85-92.

35. Мар'єнко М. В. Компоненти методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Наукова школа академіка Івана Зязюна у працях його соратників та учнів: матеріали VI науково-практичної конференції 28–29 травня 2020 року / за заг. ред. Романовського О. Г. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. С. 385-387.

36. Мар'єнко М. В. Концептуальні засади і принципи використання хмаро орієнтованих систем у педагогічних системах навчання. Психолого-педагогічні аспекти навчання дорослих у системі неперервної освіти : зб. матер. V міжнар. наук.-практ. інтернет-конф (27 листопада 2019 р.). Біла Церква : БІНПО ДЗВО УМО, 2019. С. 112-117.

37. 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.

38. Мар'єнко М. В. Моделювання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Фізико-математична освіта*. № 2 (24), 2020. С. 87-93.

39. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. *Фізико-математична освіта*, 2019. 4 (22). С. 93-99.

40. Мар'єнко М. В. Основи використання хмаро орієнтованих систем у вищій педагогічній освіті : стан і перспективи розвитку в Україні. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ : колективна монографія / за ред. В. Ю. Биков, О. П. Пінчук. Київ : 2019. С. 15-27.

41. Мар'єнко М. В. Передумови формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Збірник матеріалів Звітної наукової конференції Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : Збірник матеріалів наукової конференції. Київ : ІТЗН НАПН України, 2020. С. 143-145.

42. Мар'єнко М. В. Перспективи забезпечення ефективного дистанційного навчання студентів за індивідуальним графіком. Надання соціальних послуг в умовах децентралізації: проблеми та перспективи: Матеріали доповідей та повідомлень Міжнародної науково-практичної конференції (м.Ужгород, 25 вересня 2020 р.) / За ред. О. Бартош, С. Литвинової, В. Панка, Ф. Шандора. Ужгород : ФОП Роман О. І., 2020. С. 61-62.

43. 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.

44. Мар'єнко М. В. Проектування хмаро орієнтованих систем навчального призначення як педагогічна проблема. Інформаційні технології у вищій школі : монографія / [колектив авторів]. Житомир, 2019. С. 58-82.

45. Мар'єнко М. В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро

орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Тези доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)» (м. Житомир, 09-11 квітня 2020 р.). Житомирська політехніка, 2020. С. 208-209.

46. Мар'єнко М. В. Сервіси відкритого доступу матеріалів як інструмент відкритої науки. Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки : збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти. Рівне : НУВГП, 2020. С. 189-192.

47. Мар'єнко М. В. Співвідношення цифрових технологій та технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті. 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. 141-143. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/724023/>.

48. Мар'єнко М. В. Сучасний стан розвитку і використання відкритої науки в Україні. Інформаційні технології – 2020 : зб. тез VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих науковців, 21 трав. 2020 р., м. Київ / Київ. ун-т ім. Б. Грінченка; відповід. за вип. : М. М. Астаф'єва, Д. М. Бодненко, О. В. Бушиа, О. М. Глушак, Г. А. Кучаковська, О. С. Литвин, В. В. Прошкін, С. М. Шевченко. Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2020. С. 59-60.

49. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. Тези доповідей III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення». 26-27 листопада 2020 р. 2020. С. 138-139.

50. Мар'єнко М. В., Борисюк І. Ю. Гейміфікація освітнього процесу під час вивчення дисциплін природничо-математичного циклу учнями ЗЗСО. *Фізико-математична освіта*. № 4 (26), 2020. С. 72-78.

51. Мар'єнко М. В. Рекомендації щодо використання сервісів хмаро

орієнтованої методичної системи у процесі діяльності вчителя. Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд.: О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ЦО НАПН України, 2022. С. 117-119. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730487/1/Marienko%20Zvitna%202022.pdf>.

52. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Коновал О. А. Особливості організації індивідуальної роботи з учнями засобами цифрових технологій. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2022. № 4-6 (40). С. 38-44. DOI : [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40\(4-6\)-4](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40(4-6)-4). (0,59 а.а., Index Copernicus, українська).

53. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація професійної діяльності науковця засобами цифрових технологій в умовах війни. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Випуск 48. Т. 1. С. 209-212. DOI : <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.4>. (0,45 а.а., Index Copernicus, українська).

54. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.

55. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П., Коновал О. А. Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. № 89 (3), С. 209-232. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981>. (2,09 а.а., Web of Science Core Collection, українська).

56. Мар'єнко, М., Носенко, Ю., Шишкіна, М. (2021). Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>.

57. Мар'єнко, М., Носенко, Ю., Шишкіна, М. (2021). Засоби і сервіси

європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>.

58. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020 № 56, С. 121-134.

59. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація навчального процесу у ЗЗСО засобами цифрових технологій під час воєнного стану. *Український Педагогічний журнал*. 2022. С. 31-37. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-31-37>.

60. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Ефективне та безпечне використання цифрових технологій під час змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. Збірник матеріалів ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021» (Київ, 30 листопада 2021 р.). Київ, ІТЗН НАПН України 2021. С. 132-135.

61. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Використання хмаро зорієнтованих практикумів у навчанні майбутніх ІТ-фахівців. *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2021. Вип. 36 (8-9). С. 42-49.

62. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Коновал О. А. Особливості організації індивідуальної роботи з учнями засобами цифрових технологій. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2022. № 4-6 (40). С. 38-44. DOI : [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40\(4-6\)-4](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40(4-6)-4).

63. 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. № 27 (10). С. 50-59.

64. 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.

65. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Методика використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. 4 (1). DOI : <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4111>.

66. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація професійної діяльності науковця засобами цифрових технологій в умовах війни. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 48. Т. 1. С. 209-212. DOI : <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.4>.

67. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2021. Вип. 32 (4). С. 45-52.

68. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Аналіз ступеня розробки хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2020» (Київ, 21 жовтня 2020 р.). Київ : ФОП Ямчинський О. В., С. 112-114.

69. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.

70. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*. 2020. № 4 (45). С. 32-44.

71. Маркова О. М., Семеріков С. О., Стрюк А. М. (2015). Хмарні технології навчання: витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 46 (2), С. 29–44. <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>.

72. Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу : монографія / Дем'яненко В. М. та ін.; за наук. ред.: М. П. Шишкіної. К.: Педагогічна думка, 2017. 146 с.

73. Міністерство освіти і науки України (2022). Сергій Шкарлет: Всім закладам освіти рекомендовано припинити освітній процес та оголосити канікули на два тижні. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/sergij-shkarlet-vsime-zakladam-osviti-rekomendovano-pripiniti-osvitnij-proces-ta-ogolositi-kanikuli-na-dva-tizhni>

74. Наказ МОН №167 від 10.02.21 «Про затвердження Дорожньої карти з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору» (2021). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf>

75. Національна рада з відновлення (2022, липень). План Відновлення України. URL: <https://cutt.us/NA58q>

76. Носенко Ю. Г. Принципи відкритої науки для підвищення якості і доступності досліджень: вітчизняний контекст. Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів "Сучасні інформаційні технології в освіті і науці" (Умань, 19-20 трав. 2022).

77. Носенко Ю. Г. Доцільність формування наскрізних ІК-компетентностей у підготовці кадрів з цифрової освіти. Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2022), (Черкаси, 23-25 черв. 2022 р.). Черкаси : ЧДТУ, 2022. С. 176-177

78. Носенко Ю. Г. Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд.: О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 119-122. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730975/>.

79. Носенко Ю. Г., Носенко О. В. Головні засади міжнародної рамки відкритої науки. Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку» (м. Бухарест, Румунія, 07 трав. 2022). Бухарест (Румунія) : ГО «ВАДНД», С. 211-216

80. Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Хмарні технології відкритої науки у

процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті у закладах вищої педагогічної освіти. Матеріали всеукраїнської веб-конференції «Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти» (Вінниця, 26 трав. 2022). URL: https://ito.vspu.net/konferenc/konf_digital_education/2022/Nosenko.pdf.

81. Носенко, Ю. Г. Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта*, 17(3), 73–78. 2018. URL: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2018-v3-17/2018_3-17-Nosenko_FMO.pdf

82. Носенко, Ю. Г. Сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції "Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору". 2021. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/729278/1/Nosenko%20Y.%20Article.pdf>

83. Носенко, Ю. Г., Шишкіна, М. П. (2021). Розвиток сервісів і систем відкритої науки. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*, 38, 11–12. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-3](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-3).

84. Ночвай В. Заходи та інструменти розвитку відкритої науки в Дорожній карті інтеграції України до Європейського дослідницького простору. 2018. URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/-123456789/12750/-Nochvai_SCDA18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

85. Освіторія (2022). Всеукраїнська школа онлайн: як користуватися платформою? URL: <https://osvitoria.media/experience/vseukrayinska-shkola-onlajn-yak-korystuvatysya-platfornoju>

86. Офіційний вебсайт Національного фонду досліджень України. URL: <https://nrfu.org.ua/grantees/zakordonna-dopomoga-ukrayinskym-vchenym>

87. Соловйов В. Аналіз крос-кореляційного зв'язку між біткоїном та фондовим ринком / Соловйов В., Соловйова В., Матвійчук А., Семеріков С., Белінський А. // Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2022), (Черкаси, 23-25 червня 2022 р.). – Черкаси : ЧДТУ, 2022. – С. 114-117.

88. Сороко, Н. В., Пінчук, О. П., Литвинова, С. Г. Імерсивні технології в освіті. 2021. С. 36–38. ІТЗН НАПН України. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/727353/>

89. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. 2020. URL: <http://surl.li/mphq>.

90. Сухіх А. С. Використання хмарних сервісів у професійній діяльності вчителів з метою підвищення цифрової грамотності. Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд.: О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 136-138.

91. Сухіх А. С. Особливості кібератак в освітньому середовищі. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2022», м. Київ, 14 листопада 2022 р.

92. Толочко С. В. Вимоги цифрового суспільства до компетентності викладачів у системі післядипломної педагогічної освіти. *Інноваційна педагогіка*, випуск 12, т. 2, 2019. С. 178-181.

93. Указ Президента № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні» всі українські заклади освіти за можливістю працюють за дистанційною формою навчання. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>

94. Україна 2030Е — країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <http://surl.li/pmww>.

95. Уряд України затвердив план реалізації концепції розвитку штучного інтелекту. 2021. URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/telecom/743393.html>

96. Шишкіна М. П. Еволюція і сучасний стан сформованості хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища. Адаптивні технології управління навчанням : матеріали першої міжнар. конф., Одеса, 2015. С. 59-62.

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

98. Шишкіна М. П. Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : монографія. Київ : УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.

99. Шишкіна М. П., Носенко Ю. Г. Хмарні технології відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2022. Том 37. № 5, С. 69-74. DOI : <https://doi.org.10.31110/2413-1571-2022-037-5-010>.

100. Шишкіна М., Носенко Ю. Хмарні технології відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 69-74. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-010

101. Шишкіна М., Носенко Ю. Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 66-71. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-010

102. Як користуватися. (2022). Всеукраїнська школа онлайн. URL: <https://lms.e-school.net.ua/guide>

103. Як учителям розпочати навчальний процес. 42 практики та 18 відповідей на запитання від Світлани Ройз. (2022). НУШ. URL: <https://nus.org.ua/articles/yak-uchytelyam-rozpochaty-navchalnyj-protses-42-praktyku-ta-18-vidpovidej-na-zapytannya-vid-svitlany-rojz>

104. Achkan V. V. Web-based Support of a Higher School Teacher / Vitaliy V. Achkan, Kateryna V. Vlasenko, Iryna V. Lovianova, Olha H. Rovenska, Iryna V. Sitak, Olena O. Chumak, Serhiy O. Semerikov // Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology - Volume 2: AET / Editors: Serhiy Semerikov, Viacheslav Osadchyi, Olena Kuzminska. Setúbal : SciTePress, 2022. P. 245-252. DOI: 10.5220/0010930500003364

105. Aktay, S. (2022). The usability of Images Generated by Artificial Intelligence (AI) in Education. *International technology and education journal*, 6 (2), 51-62.

106. Alhumaid, K., Naqbi, S., ElSORI, D. & Mansoori, M. (2023). The

adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457-466.
https://www.growingscience.com/ijds/Vol7/ijdns_2022_115.pdf

107. Amelina S. M. Teaching Foreign Language Professional Communication using Augmented Reality Elements / Svitlana M. Amelina, Rostyslav O. Tarasenko, Serhiy O. Semerikov, Yuliya M. Kazhan // *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology - Volume 1: AET* / Editors: Serhiy Semerikov, Viacheslav Osadchy, Olena Kuzminska. – Setúbal : SciTePress, 2022. P. 714-725. DOI: 10.5220/0010927700003364

108. Amelina S. Training techniques in the education of simultaneous interpreters using specialised equipment [Electronic resource] / Svitlana Amelina, Rostyslav Tarasenko, Serhiy Semerikov, Vasyl Shynkaruk, Jan Čapek // *3rd International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2022)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 16-17, 2022 / Eds. : V. Hamaniuk, S. Semerikov, Y. Shramko // *SHS Web of Conferences*. 2022. Volume 142. Article 03002. DOI: 10.1051/shsconf/202214203002

109. Antoniadi G., Using an augmented reality application for teaching plant parts: A case study in 1st-grade primary school students, *AMLER*, 3.1 (2023), 630–637. doi:10.25082/AMLER.2023.01.012.

110. Awasthi, S., & Soni, Y. (2023). Empowering Education System with Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges. *Shodh Samagam*, 6 (1). <http://www.shodhsamagam.com/admin/uploads/Empowering%20Education%20System%20with%20Artificial%20Intelligence%20%20Opportunities%20and%20Challenges.pdf>

111. Banks, G., Field, J., Oswald, F., O'Boyle, E. et al. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>.

112. Baumgartner P. Open Citations - TOS. 2019. URL: <https://notes.peter-baumgartner.net/2019/06/25/open-citations-tos/> (Last accessed: 04.10.2021).

113. Beltozar-Clemente S., Sierra-Liñan F., Zapata-Paulini J., Cabanillas-

Carbonell M., Augmented reality mobile application to improve the astronomy teaching-learning process, *AMLER*, 2.2 (2022), 464–474. doi:10.25082/AMLER.2022.02.015.

114. Bielinskyi A. O. Correlational and Non-extensive Nature of Carbon Dioxide Pricing Market / Andrii O. Bielinskyi, Andriy V. Matviychuk, Oleksandr A. Serdyuk, Serhiy O. Semerikov, Victoria V. Solovieva, Vladimir N. Soloviev // *ICTERI 2021 Workshops: ITER, MROL, RMSEBT, TheRMIT, UNLP 2021, Kherson, Ukraine, September 28–October 2, 2021, Proceedings / Editors : Oleksii Ignatenko, Vyacheslav Kharchenko, Vitaliy Kobets, Hennadiy Kravtsov, Yulia Tarasich, Vadim Ermolayev, David Esteban, Vitaliy Yakovyna, Aleksander Spivakovsky // Communications in Computer and Information Science. – Cham : Springer, 2022. – Vol. 1635. – P. 183–199. – DOI : 10.1007/978-3-031-14841-5_12*

115. Bilan, Yu., Mishchuk, H., Roshchyk, I., & Kmecova, I. (2020). Analysis of Intellectual Potential and its Impact on the Social and Economic Development of European Countries. *Journal of Competitiveness*, 1, 22–38. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.02>.

116. 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). C. 304–320. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.

117. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Information Technologies and Learning Tools*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.

118. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Information Technologies and Learning Tools*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.

119. Campos-Pajuelo E., Vargas-Hernandez L., Sierra-Liñan F., Zapata-Paulini

J., Cabanillas-Carbonell M., Learning the chemical elements through an augmented reality application for elementary school children, *AMLER* 2.2 (2022), 493–501. doi:10.25082/AMLER.2022.02.018.

120. Chaka, C. (2023). Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL)*, 18:2. <http://rptel.apsce.net/index.php/RPTEL/article/view/2023-18002>

121. Chakravorty, N., Sharma, C.S., Molla, K. A. et al. Open Science: Challenges, Possible Solutions and the Way Forward. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* (2022). URL: <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00104-2>.

122. Cos4Cloud, AI-GeoSpecies. URL: <https://cos4cloud-eosc.eu/services/ai-geospecies>

123. Collaborative Calculation and Data Science. URL: <https://cocalc.com>

124. Ding, J., Akiki, Ch., Jernite, Ya., Steele, A. L., & Popo, T. (2023). Towards Openness Beyond Open Access: User Journeys through 3 Open AI Collaboratives. <http://doi.org/10.48550/arXiv.2301.08488>.

125. D. T. K. Ng, W. Luo, H. M. Y. Chan, S. K. W. Chu, Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students, *J. Comp. & Edu.: AI*, 3 (2022), 100054. doi: 10.1016/j.caeai.2022.100054.

126. EOSC Portal – A gateway to information and resources in EOSC. URL: <https://eosc-portal.eu>.

127. European Cloud Initiative – Building a competitive data and knowledge economy in Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels (2016).

128. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018a). Prompting an EOSC in practice : final report and recommendations of the Commission 2nd High Level Expert Group on the European Open Science Cloud (EOSC), Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/112658>

129. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation

(2018b). Turning FAIR into reality : final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/1524>

130. European Open Science Cloud. New Research & Innovation Opportunities. Brussels (2017).

131. Facts and Figures for Open Research Data: Figures and Case Studies Related to accessing and Reusing the Data Produced in the Course of Scientific Production. URL: <https://goo.su/9eMv>.

132. Farrow R., Pitt R., Weller M. Open Textbooks as an Innovation Route for Open Science Pedagogy. *Education for Information*, 2020. Vol. 36, no. 3. Pp. 227-245. DOI: 10.3233/EFI-190260.

133. Fecher, B., & Friesike, S. (2014). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. In: Bartling, S., Friesike, S. (eds) *Opening Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2.

134. García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the Impact of Artificial Intelligence and Computational Sciences on Student Performance: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 171-197. doi: 10.7821/naer.2023.1.1240

135. Garg S., Sharma S. Impact of artificial intelligence in special need education to promote inclusive pedagogy, *Int. J. Inform. Educ. Technol.* 10 (2020) 523–527. doi: 10.18178/ijiet.2020.10.7.1418.

136. Glazunova, O., Shyshkina, M. (2018). 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*, Volume II : Workshops (2104), 332-347. http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf

137. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv>

138. Hasan, R. B., Aziz F. B., Mutaleb H. A., & Umar Z. (2017). Virtual reality as an industrial training tool: a review. *Journal of Advanced Review on Scientific Research*, 29 (1), 20–26. https://www.akademiabaru.com/doc/-ARSRV29_N1_P20_26.pdf.
139. Hall R. Information Technology for Open Science: Innovation for Research. 2020. URL: <https://goo.su/9Emv>
140. International Standards Office, 2014. ISO 690 ISO/IEC 17788:2014(E) – Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary. Switzerland : ISO/IEC.
141. Ipek Z.-H., Gözüm A.-C.-I., Papadakis St., Kalogiannakis M., Educational applications of ChatGPT, an AI system: A systematic review research, *Educational Process*, 12.3(2023), 26–55. doi:10.22521/edupij.2023.123.2.
142. Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study. *Educ. Sci.* 10 (8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
143. Jianlong, Z. & Fang, C. (2018). *Human and Machine Learning. Visible, Explainable, Trustworthy and Transparent*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90403-0>.
144. J. Su, D. T. K. Ng Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities, *J. Comp. & Edu.: AI*, 4 (2023), 100124. doi: 10.1016/j.caeai.2023.100124.
145. Khan, M., & Lulwani, M. (2023). Inspiration of Artificial Intelligence in Adult Education: A Narrative Overview. *OSF Preprints*, January 12. <https://doi.org/10.31219/osf.io/zjqmn>
146. Larsen-Ledet I., Korsgaard H. Territorial Functioning in Collaborative Writing: Fragmented Exchanges and Common Outcomes. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*. 2019. 28 (3–4). P. 391–433. DOI:10.1007/s10606-019-09359-8.
147. LaTeX, Evolved. The easy to use, online, collaborative LaTeX editor. Overleaf. URL: <https://www.overleaf.com>

148. Madathil, K. et al. (2017). An Empirical Study Investigating the Effectiveness of Integrating Virtual Reality-based Case Studies into an Online Asynchronous Learning Environment. *Computers in Education Journal*, 8 (3), 1–10. <https://coed.asee.org/wp-content/uploads/2020/08/7-An-Empirical-Study-Investigating-the-Effectiveness-of-Integrating-Virtual-Reality-based-Case-Studies-into-an-Online-Asynchronous-Learning-Environment.pdf>.

149. 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 – Volume 2: AET. P. 466-472. 2022. DOI : 10.5220/0010932900003364.

150. Marienko M. V. Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development, in: S. Wrycza, J. Maślankowski, (Eds.) Digital Transformation, PLAIS EuroSymposium 2021, volume 429 of LNBIP, Springer, Cham, 2021, pp. 108-120. doi:10.1007/978-3-030-85893-3_8

151. Marienko M. V., Nosenko Yu. H., Shyshkina M. P. Smart systems of open science in teachers' education. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. Vol. 2288 (2022) 012035. Doi :10.1088/1742-6596/2288/1/012035.

152. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2020). 2020. P. 341–356. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf> (retrieved on 16.11.2021).

153. Marienko M., Shyshkina M., The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training, in: M. E. Auer, W. Pachatz, T. Rützmann (Eds.) Learning in the Age of Digital and Green Transition, ICL 2022, volume 633 of LNNS, Springer, Cham, 2023, pp. 337-344. doi: 10.1007/978-3-031-26876-2_31

154. Merzlykin P., Marienko M., Shokaliuk S. CoCalc Tools as a Means of Open

Science and Its Didactic Potential in the Educational Process. Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1: AET. P. 109-118. 2022. DOI : 10.5220/0010921000003364.

155. Nosenko O., Nosenko Yu., Shevchuk R. (2022). Telegram Messenger for Supporting Educational Process Under the Conditions of Quarantine Restrictions. ICTERI 2021 Workshops. ICTERI 2021. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1635, pp. 308–319. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_20

156. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers № 25: Making Open Science a Reality 2015. URL: <https://cutt.ly/khlsyPb>.

157. Open Science policies and resource provisioning in the Nordic and Baltic countries 2021. URL: <https://cutt.ly/zBgrGEw>

158. Open Review Hub. URL: <https://eosc-portal.eu>

159. Osetskyi, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Ye. (2021). Artificial intelligence application in education: financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2 (33), 574–584. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.2072463>.

160. O’Carroll C., Hyllseth B., Berg, R. R., et al. Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science. Publications Office. 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/121253>.

161. Pellas, et al. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17 (4), 748–761.

162. Pioneering Blueprint Delivered for EOSC Service Architecture. 2019. URL: <https://eoscpilot.eu/news/pioneering-blueprint-delivered-eosc-service-architecture>.

163. Pl@ntNet, GeoPl@ntNet. URL: <https://identify.plantnet.org/prediction>

164. Popenici, S. & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 24, 2–13. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.

165. Popov O., Yatsyshyn T., Iatsyshyn Anna, Mykhailiuk Y., Romanenko Y.,

Kovalenko V. Mathematical software for estimation of the air pollution level during emergency flowing of gas well for education and advanced training of specialists in the oil and gas industry. *Systems, Decision and Control in Energy III. Studies in Systems, Decision and Control*. 2022. Vol. 399. P. 335-352. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87675-3_21

166. Ro, Young, Brem, A., & Rauschnabel, Ph. (2017). *Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Concepts and Impact on Firm Value Creation*. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3_12.

167. Rosen Y, Rushkin I, Rubin R, Munson L, Ang A, Weber G, Lopez G and Tingley D 2018 The effects of adaptive learning in a massive open online course on learners' skill development *Proceedings of the Fifth Annual ACM Conference on Learning at Scale L@S '18* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery) ISBN 9781450358866. URL: <https://doi.org/10.1145/3231644.3231651>

168. Soroko, N. (2021). Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. *Фізико-математична освіта*, 29(3), 24–30. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-004>.

169. Striuk A. M. Professional competencies of future software engineers in the software design: teaching techniques / A. M. Striuk, S. O. Semerikov // *XV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2022)* 18-20 May 2022, Kryvyi Rih, Ukraine / Eds. : A. E. Kiv, V. N. Soloviev, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, V. V. Osadchyi, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii, S. L. Malchenko // *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. Vol. 2288. Iss. 1. Article 012012. – DOI : 10.1088/1742-6596/2288/1/012012

170. Striuk A. M. Software requirements engineering training: problematic questions [Electronic resource] / Andrii M. Striuk, Serhiy O. Semerikov, Hanna M. Shalatska, Vladyslav P. Holiver // *Proceedings of the 4th Workshop for Young Scientists in Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW 2021)*, Virtual Event, Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2021 / Edited by : Arnold E. Kiv, Serhiy O. Semerikov, Vladimir N. Soloviev, Andrii M. Striuk // *CEUR Workshop*

Proceedings. 2022. Vol. 3077. P. 3-11. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3077/paper01.pdf>

171. Tacke, O. (2010). Open Science 2.0: How Research and Education Can Benefit from Open Innovation and Web 2.0. In: Bastiaens, T.J., Baumöl, U., Krämer, B.J. (eds) On Collective Intelligence. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol 76. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14481-3_4.

172. Tarasenko R. Computer-assisted interpreting systems in the education of simultaneous interpreters [Electronic resource] / Rostyslav Tarasenko, Svitlana Amelina, Serhiy Semerikov, Liying Shen // 3rd International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2022). Kryvyi Rih, Ukraine, May 16-17, 2022 / Eds. : V. Hamaniuk, S. Semerikov, Y. Shramko // SHS Web of Conferences. 2022. Volume 142. Article 03003. DOI: 10.1051/shsconf/202214203003

173. Tedre M. et al., Teaching Machine Learning in K-12 Classroom: Pedagogical and Technological Trajectories for Artificial Intelligence Education, IEEE Access, 9 (2021) 110558–110572. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3097962.

174. The EOSC Partnership Monitoring Framework. V6.6. EOSC-A, THE 23RD OF MARCH 2022. URL: <https://eosc.eu/sites/default/files/2022-05/Monitoring%20Framework.pdf>.

175. Towards Porting Astrophysics Visual Analytics Services in the European Open Science Cloud / Sciacca E. et al. Intelligent Computing. SAI 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing / eds. K. Arai, S. Kapoor, R. Bhatia, 2020. Vol 1230. P. 598-606. DOI: 10.1007/978-3-030-52243-8_43.

176. Tuomi, I., Marcelino, C., Riina, V. & Yves, P. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education*. Publications Office of the European Union. URL: <https://doi.org/10.2760/12297>.

177. UNESCO Recommendation on Open Science. The General Conference of

the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), meeting in Paris, from 9 to 24 November 2021, at its 41st session. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf.multi>.

178. UNESCO Recommendation on Open Science, the world first international standards for open science 17 January 2022. From UNICA. URL: <https://www.unica-network.eu/read-unesco-recommendation-on-open-science-the-world-first-international-standards-for-open-science>.

179. Uzwyszyn, R. J. (2023). From Open Science and Datasets to AI and Discovery. *Trends & issues in library technology*, January 2023, 26-38. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>.

180. Vakaliuk T. A. Possibilities of using the Game Simulator Software Inc in the Training of Future Software Engineers / Tetiana A. Vakaliuk, Valerii V. Kontsedailo, Dmytro S. Antoniuk, Olha S. Korotun, Serhiy O. Semerikov, Iryna S. Mintii, Olga O. Kalinichenko // Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology - Volume 1: AET / Editors: Serhiy Semerikov, Viacheslav Osadchyi, Olena Kuzminska. Setúbal : SciTePress, 2022. P. 665-675. DOI: 10.5220/0010927200003364

181. Vlasenko K. V. Methodical Recommendations for the Development of Online Course Structure and Content / Kateryna V. Vlasenko, Irina V. Sitak, Daria A. Kovalenko, Sergii V. Volkov, Iryna V. Lovianova, Serhiy O. Semerikov, Serhiy L. Zahrebelnyi // Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology - Volume 1: AET / Editors: Serhiy Semerikov, Viacheslav Osadchyi, Olena Kuzminska. Setúbal : SciTePress, 2022. P. 471-485. DOI: 10.5220/0010925300003364

182. Vlasenko K. V. The Criteria of Usability Design for Educational Online Courses / Kateryna V. Vlasenko, Sergii V. Volkov, Iryna V. Lovianova, Irina V. Sitak, Olena O. Chumak, Serhiy O. Semerikov, Nataliia H. Bohdanova // Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology - Volume 1: AET / Editors: Serhiy Semerikov, Viacheslav Osadchyi, Olena

Kuzminska. Setúbal : SciTePress, 2022. P. 461-470. DOI: 10.5220/0010925200003364

183. Vlasenko K. V. UI/UX design of educational on-line courses / Kateryna V. Vlasenko, Iryna V. Lovianova, Sergii V. Volkov, Iryna V. Sitak, Olena O. Chumak, Andrii V. Krasnoshchok, Nataliia G. Bohdanova, Serhiy O. Semerikov // Proceedings of the 9th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2021). Kryvyi Rih, Ukraine, December 17, 2021 / Edited by : Arnold E. Kiv, Serhiy O. Semerikov, Mariya P. Shyshkina // CEUR Workshop Proceedings. 2022. Vol. 3085. P. 184-199. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3085/paper30.pdf>

184. Vocile B. Open Science Trends You Need to Know About. 2017. URL: <https://www.wiley.com/network/researchers/licensing-and-open-access/open-science-trends-you-need-to-know-about> (Last accessed: 04.10.2021).

185. Wesolek A., Lashley J., Langley A. OER: A Field Guide for Academic Librarians. Pacific University Press, 2018. 468 p. URL: <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/652> (Last accessed: 04.10.2021).

186. Yang W., Artificial intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation, J. Comp. & Edu.: AI, 3 (2022),100061. doi: 10.1016/j.caeai.2022.100061.

187. Your unified access to the European hub of research data, tools and services for innovation and education. URL: <https://eosc-portal.eu>

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**МЕТОДОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ
ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ
ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Колективна монографія

Авторський колектив:

Барладим В. М., Бруяка А. В.,
Ейсмонт А. В., Коваленко В. В.,
Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г.,
Семеріков С. О., Сухіх А. С.,
Шишкіна М. П.

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ДК №7609 від 23.02.22 р.
електронна пошта (E-mail): iitzn_apn@ukr.net