

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ**

*Бруяка А.В.
Коваленко В.В.,
Крамар С.С.,
Мар'єнко М.В.,
Носенко Ю.Г.,
Сухіх А.С.,
Шишкіна М.П.*

**ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ
ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ
ПЕДАГОГІЧНОЇ І ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**



***Методичний
посібник***

Київ - 2023

УДК 378.091.31:004.9

В 43

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

Рецензенти:

Лещенко М.П., доктор педагогічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.

Вакалюк Т.А., доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Державного університету «Житомирська політехніка».

В 43 Використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної і післядипломної освіти : метод. посіб. / Бруяка А.В., Коваленко В.В., Крамар С.С., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Сухіх А.С., Шишкіна М.П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 142 с.

ISBN 978-617-8330-08-8

У методичному посібнику наведено теоретичні відомості з основ використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі, що охоплюють поняттєвий апарат, критерії добору засобів і ресурсів, проектування структури середовища. Розроблено методичну систему використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. Методична система охоплює низку окремих методик використання хмарних сервісів, серед них: 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 Європейської хмари відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищий рівень); методика використання хмарних сервісів Європейської хмари відкритої науки для студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті». Для педагогічних, наукових, науково-педагогічних працівників, студентів і аспірантів закладів педагогічної освіти.

УДК 378.091.31:004.9

ISBN 978-617-8330-08-8

© Бруяка А.В., Коваленко В.В.,
Крамар С.С., Мар'єнко М.В.,
Носенко Ю.Г., Сухіх А.С.,
Шишкіна М.П., 2023

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ І. ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ	8
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ВІТЧИЗНЯНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРИ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ	15
РОЗДІЛ ІІІ. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	29
3.1 Компоненти методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі	29
3.2 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базовий рівень)	30
3.3 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (середній рівень)	44
3.4 Методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо- математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень)	70
3.5 Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів	94
3.6 Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у навчанні студентів	103
ВИСНОВКИ	110
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	112

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЕОР	Електроні освітні ресурси
ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ЗВПО	Заклад(и) вищої педагогічної освіти
ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ІППО	Інститут(и) післядипломної педагогічної освіти
ІКТ	Інформаційні комунікаційні технології
СО	Система освіти
ХО	Хмарні обчислення
ХОНС	Хмаро орієнтоване навчальне середовище
ШІ	Штучний інтелект
КОЗН	Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання
ЕОСC	Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud)

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 закладах 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. Манак, 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. Подальше розроблення методології і методик використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти спрямоване на підвищення якості й ефективності впровадження в освітній процес хмаро орієнтованих систем відкритої науки на сучасному етапі реформування освіти.

РОЗДІЛ І. ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

Відкрита наука (Open Science) – це відносно нова концепція, що наразі належить до пріоритетів науково-інноваційної політики. Вона відображає підхід до реалізації всього циклу наукового дослідження, заснований на спільній роботі, колаборації, співробітництві, високих стандартах прозорості й відкритості, пошуку нових знань і отриманні наукових результатів з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних сервісів і систем. В основі концепції відкритої науки покладено розуміння важливості забезпечення відкритості доступу до публікацій і результатів досліджень. Це надає можливість будь-кому отримувати надсучасні знання за будь-якою тематикою.

Вже сьогодні можемо говорити про те, що цінність дослідження визнається не тим, наскільки активно його цитують, а тим, наскільки воно представлено у відкритих джерелах (напр., MethodsX, Data in Brief та ін.) і доступне широкому загалу читачів. Поняття відкритого доступу та відкритої науки не є абсолютно новими, хоча консенсус щодо розуміння цих понять та їхнє широке застосування відбулися відносно нещодавно. Розвитку концепції відкритої науки сприяла ціла низка ініціатив, проєктів, заходів у різних країнах світу. Значною мірою поштовх до її розвитку і поширення надали технології, інформаційно-комунікаційні сервіси й системи. Аналіз еволюції цифрових технологій показав, що їхній розвиток став вагомим чинником розвитку практики відкритого доступу та відкритої науки загалом.

«Хмаро орієнтовані системи відкритої науки» у закладах освіти доцільно розглядати як різновид науково-освітніх інформаційних мереж (НОІМ), що є фактично автоматизованими інформаційними системами, наповнені даними та відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, забезпечують інформаційне підтримування освіти й науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспорту і опрацювання інформаційних об'єктів. 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 ширшої науково-освітньої спільноти, об'єднаної спільністю інформаційних та освітньо-наукових потреб та цілей.

У межах хмаро орієнтованих систем визначають політики зовнішнього і внутрішнього опрацювання інформаційних об'єктів. Політики *внутрішнього* опрацювання інформаційних об'єктів (що стосуються суб'єктів корпоративної інфраструктури) охоплюють: адміністрування; внутрішньо корпоративні системи захисту середовища Інтернет-доступу; службові бази даних; планування і прогнозування процесів розвитку ІКТ архітектури й інфраструктури та ін.). Політики *зовнішнього* опрацювання інформаційних об'єктів (що стосуються користувачів корпоративної системи) охоплюють: доступ, актуалізацію та розповсюдження інформаційних ресурсів.

Принцип відкритості пронизує дослідницький процес на всіх його етапах, сприяючи науковій колаборації, обміну досвідом і знаннями, що зумовлює системні зміни в теорії і практиці досліджень.

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).

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 науки головна основна увага переважним чином зосереджується на таких двох напрямках: (1) відкриті дані досліджень; (2) відкритий доступ до наукових публікацій. Відкритий доступ до публікацій стосується можливості вільного доступу до них – безоплатно, часто без попередньої реєстрації, чи ін. Тобто, будь-який громадянин, маючи гаджет із доступом до мережі Інтернет, може отримати доступ до потрібних матеріалів будь-де і будь-коли, незалежно від свого місця розташування, часу доби 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 започаткування 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. 1.1).

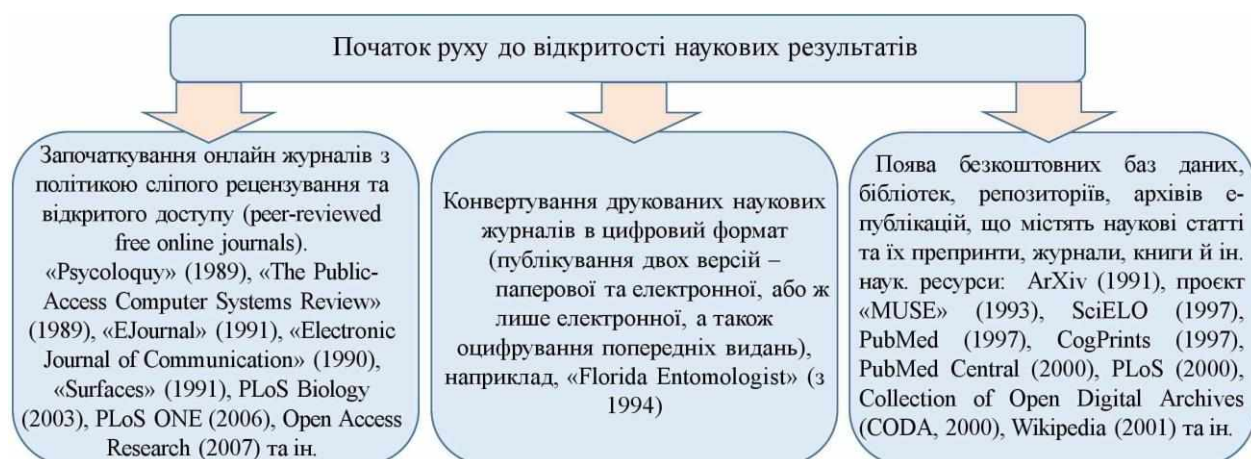


Рис. 1.1. Рух до відкритості наукових результатів (з 70-80-х років ХХ ст.)

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) 70-ті роки – сер. 90-х років ХХ ст. Перші ініціативи.
- (2) Середина 90-х років ХХ ст. – 2000 р. Контентні інформаційно-комунікаційні мережі.
- (3) 2000 – 2009 рр. Мережні інфраструктури.
- (4) 2009 – донині. Хмаро орієнтовані системи.

Розглянемо детальніше кожний етап.

(1) *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.), стандарти для підвищення доступності наукових даних, ефективного поширення електронних ресурсів. Таким чином, упродовж першого етапу розвитку були започатковані перші знакові ініціативи із забезпечення доступності наукових результатів і здобутків культури.

(2) *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) *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. 1.2).

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) *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 ресурсів (серверів, операційних систем, мереж, програмного забезпечення, додатків, сховищ та ін.) з самообслуговуванням і адмініструванням на вимогу [131]. *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. В рамках однієї платформи може бути інтегровано багато різних інструментів, що забезпечують більше можливостей для реалізації відкритого та адаптивного навчання та досліджень.

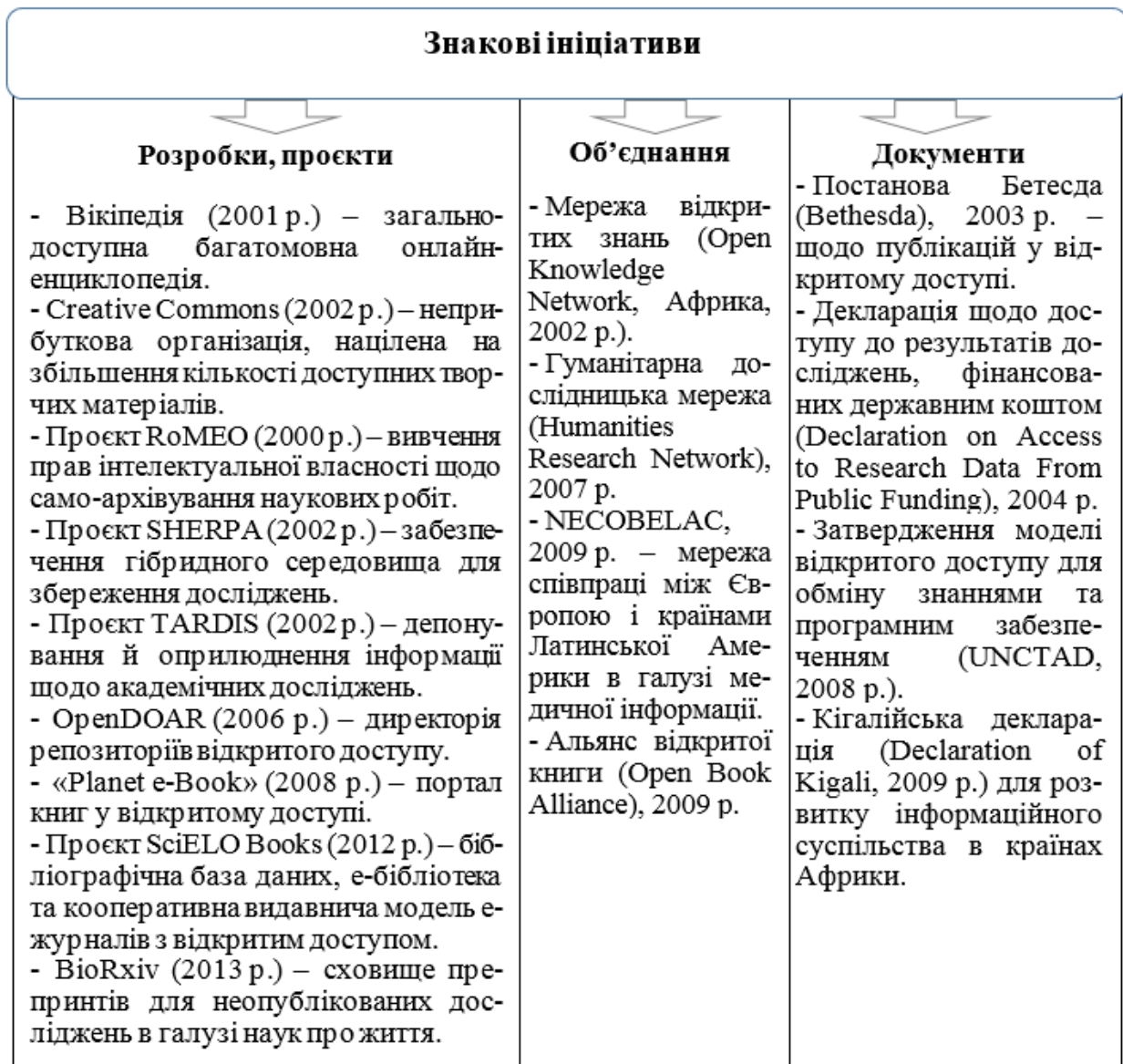


Рис. 1.2. Знакові ініціативи третього етапу розвитку сервісів і систем відкритої науки (2000 – 2009 рр.)

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 ОА2020 (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.

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, що в даний час розподілені між державами-членами ЄС. Іншими словами, задача EOSC – розвиток інфраструктури, що надає користувачам послуги, які сприяють розвитку відкритих наукових практик.

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 в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Етапи розвитку сервісів і систем відкритої науки [131]

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, архіви відкритого доступу.	Інформаційно-освітні мережі, вільнеелектронні бібліотеки, електронні наукові журнали й архіви, електронні соціальні мережі, миттєві повідомлення, блоги та ін.
2000 – 2009 рр.	Мережні інфраструктури	Мережні інфраструктури сервісів комунікаційні мережі, вільнеелектронні та відкрите програмне забезпечення, архіви відкритого доступу.	Електронні бібліотеки, портали, системи дистанційного навчання, дослідницькі електронні дослідницькі та програмнеінфраструктури.
2009 р. – донині	Хмаро орієнтовані системи	Адаптивні інформаційно-комунікаційні мережі, обчислення, персоніфіковані сервіси	Хмаро орієнтовані сервіси, системи, платформи.

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

У дослідженні [94] наголошено, що «Сучасна професійна освіта потребує спеціаліста нового типу, який володіє високою фаховою кваліфікацією та професійною культурою, здатного об'єктивно осмислювати закономірності явищ й фактів, критично оцінювати та творчо перетворювати власну дійсність. Це пов'язано, насамперед, із проблемами саморозвитку індивідуальності та творчою самореалізацією педагога, новими концептуальними підходами до реформування післядипломної педагогічної освіти». Громадськість завжди висувала й буде висувати до педагогічних працівників найвищі вимоги. Адже, вдосконалення якості навчання й виховання безпосередньо залежить від рівня підготовки фахівця. Вчитель, викладач має бути добре обізнаним у різних галузях наук, сферах суспільного життя, орієнтуватися в сучасній економіці. Особливо важливе місце займає поповнення знань з предмету, що викладає вчитель чи викладач, знайомство з інноваційними технологіями освіти, регулярне вивчення наукових видань, підвищення рівня педагогічної майстерності [94].

Враховуючи відповідну специфіку роботи у науковому ліцеї, вчитель має не лише добре володіти матеріалом та сучасними методиками, але й керувати науково-дослідною діяльністю учнів із застосуванням цифрових технологій. Ця діяльність тісно пов'язана з організацією проектної роботи з групами учнів [118]. І якщо вчителя це стосується опосередковано, то викладача напряду. Написання дипломних та курсових робіт напряду пов'язано з науковою діяльністю студента.

В той же час, одним із пріоритетів розвитку науки в Україні є інтеграція до Європейського дослідницького простору, що, зокрема, передбачено Угодою про асоціацію між Україною та ЄС [243]. 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.

Застосування хмаро орієнтованих систем у підготовці та підвищенні кваліфікації фахівців описано у дослідженнях: Вакалюк Т.А. [13], Литвинової С.Г. [69-72], Шишкіної М.П. [201] та у публікаціях [47, 107, 109, 118, 190 та ін.].

В Україні створено проєкт [39], що представляє впровадження ідей та практик Відкритої науки в Україні з метою покращення якості освітніх послуг «Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia» (ОРТІМА), тобто «Відкриті практики, прозорість та доброчесність для сучасної вищої школи».

Нині в Україні започатковано ще один проєкт «Open Review Hub» [305], 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:

- Ефективність національної дослідницької системи.
- Спільне вирішення проблем, зумовлених глобальними викликами.
- Оптимальне використання державних інвестицій у дослідницькі інфраструктури.
- Вільний ринок праці дослідників.
- Гендерна рівність і комплексний гендерний підхід у сфері науки.
- Оптимальні обмін та трансфер наукових знань.
- Міжнародне співробітництво.

Метою проєкту «Open Practices, Transparency and Integrity for Modern Academia» [39], 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 напрями ОРТІМА є робота з переміщеними українськими університетами, фокус на проблемах зміни клімату та інклюзивність завдяки використанню сучасних інформаційних технологій.

ОРТІМА є трирічним проєктом, що триватиме до 14.01.2024 і фінансується ЄС в межах програми Erasmus+. До об'єднання ОРТІМА 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» [39].

Проект OPTIMA включає три конкретні цілі [39]:

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.

Проміжними результатами функціонування проєкту є звіти, які представлено на сайті Національного університету «Львівська політехніка» [231, 232, 233].

Наразі, хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для зберігання наукоємних даних. 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 та викладачів. Результатом є низка проєктів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у біологічних науках, природничих науках та цифрових гуманітарних [107].

У публікації [61] 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 онлайн-платформ, розробка веб-квестів, робота з педагогічними програмними засобами, організація веб-конференцій та ведення особистих блогів.

У публікації [118] вказано, що розвитку і поширенню парадигми відкритої науки сприяло розповсюдження цифрових технологій, що зумовило необхідність оновлення підходів до реалізації досліджень загалом та осучаснення підходів і змісту освіти зокрема. Цифрова трансформація характеризується інноваційністю, безперервністю процесів, адаптивністю до

нових задач, доступністю, конкурентоспроможністю, розвитком кадрового потенціалу, підвищенням ефективності, нових компетенцій тощо.

У роботі [100] 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» [100].

У Концепції розвитку педагогічної освіти найважливішою проблемою галузі названо дисбаланс між суспільним запитом на висококваліфікованих педагогічних працівників, перспективами розвитку суспільства, глобальними технологічними змінами та системою педагогічної освіти, а також рівнем готовності/спроможності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та реалізації освітніх реформ. Головним із чинників, що призвів до виникнення такого дисбалансу, є невідповідність ключових професійних компетентностей випускників закладів педагогічної освіти до викликів цифрового суспільства [176].

У дослідженні [94] 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 [94].

EOSC – це віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання, управління, аналізу

та повторного використання даних досліджень. Категорії сервісів хмари відкритої науки наступні: мережа, комп'ютери, обмін і доступ, зберігання, управління даними, опрацювання й аналіз, безпека та операції, навчання й підтримка. Класифікація сервісів хмари відкритої науки (за галузями науки): міжпредметні, гуманітарні науки, природничі науки, соціальні науки, медичні науки, техніка та технології та інші. Для того, щоб розпочати роботу з EOSC, потрібна реєстрація на порталі. Отже EOSC – це платформа, яка об'єднає науково-дослідницькі інфраструктури Європи (включаючи електронні інфраструктури, проекти та колективи вчених) у спільний відкритий науковий простір, де кожен дослідник-користувач EOSC (єдина дослідницька інфраструктура, колектив) матиме доступ до: усіх наявних масивів наукових даних, отриманих за державні кошти, з можливістю їх подальшого використання (опрацювання); інформації про весь інструментарій та сервіси дослідницької електронної інфраструктури з можливістю їх безкоштовного використання; інформації про зареєстровану дослідницьку інфраструктуру, про існуючі програми та проекти які вже завершені чи розробляються, з можливістю подальшої співпраці [118; 242].

Про найбільш доцільні шляхи застосування компонентів «Європейської хмари відкритої науки» в освітньому процесі описано у дослідженні [118], а саме:

1) гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною властивістю для організації освітнього процесу;

2) можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних зв'язків;

3) одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля подальшої колаборації.

У публікації [107] 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» [107].

Наразі існує потреба в розширенні як інфраструктури хмаро орієнтованих систем, так і сервісів, що надаються, щоб задовольнити зростаючі 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 пар чи уроків та нових дослідницьких проєктів.

Варто застосовувати принципи відкритої науки для модернізації освітнього процесу. Також запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес професійного розвитку вчителів призведе до підвищення рівня організації змішаного та дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти [100].

Слід використовувати інструменти відкритої науки для забезпечення того, щоб сучасні результати наукових досліджень були впроваджені в підготовку майбутніх фахівців нової технологічної ери.

У 2021 році Інститутом інформаційних технологій і засобів навчання було проведено дослідження щодо стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, у якому взяли участь 232 представники 35 закладів вищої та післядипломної педагогічної освіти – 25 закладів вищої освіти (ЗВО); 10 інститутів післядипломної педагогічної освіти (ІППО). Їм було поставлено запитання: Які системи підтримування навчання використовуються у навчальному процесі у закладі освіти? В результаті опитування було встановлено, що у більшості закладів не застосовуються хмаро орієнтовані системи управління навчанням, що є необхідною умовою формування систем відкритої науки на даному етапі розвитку ІКТ. LMS Moodle застосовується для організації процесу навчання у 90% закладів, але ця платформа не є хмаро орієнтованою, не є зручною для інкорпорування до неї сервісів відкритої науки; Google Classroom застосовується у 18% закладів; Office365 в 7% закладів; сервіси Європейської хмари відкритої науки – не застосовуються в жодному. Якщо ж підходи відкритої науки все ж застосовуються, вони не завжди є інтегрованими, повністю автоматизованими, спрямованими на комплексне навчання вчителів [52].

В зв'язку із запровадженням карантинних обмежень 2020 – 2021 рр., що спрямовані на боротьбу з COVID-19, в більшості шкіл України поряд з очною формою навчання однією з найрозповсюдженіших форм навчання посіла дистанційна форма навчання. Однак, наявні випадки коли закривають окремі класи, задля дотримання карантинних обмежень [115]. Тому широкого впровадження потребує не лише дистанційна, але й змішана форма навчання. Так, 6 травня 2021 р. відбулась онлайн-сесія щодо дистанційної освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти (організатор Міністерство освіти і науки України (МОН)) [191]. Захід було спрямовано на аналіз практичного досвіду впровадження дистанційного навчання, обговорення проблем та їх подальше вирішення.

Наразі наявні приклади впровадження цифрових технологій в навчальний процес шкіл [115]. Так, 60 шкіл України взяли участь у пілотному впровадженні SELFIE на період квітня-травня 2021 р. [183].

На даний момент одним із пріоритетів МОН постає розвиток дистанційного навчання за рахунок цифровізації освіти. Враховуючи необхідність запровадження дистанційного та змішаного навчання в українську шкільну практику постає проблема дослідити особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. Проте, якщо вже існує низка досліджень з проблеми впровадження дистанційного навчання (особливо за період 2020 – 2021 рр.), то методичних рекомендацій з впровадження змішаного навчання недостатньо. Крім того, науковці часто ототожнюють поняття «дистанційне навчання» та «змішане навчання» [115].

Т. А. Вакалюк та О. М. Спірін в своєму дослідженні [16] аналізують сутність поняття інформаційно-цифрові технології та наводять авторське визначення. Так, дослідники розглянули різні підходи до трактування даного означення. Попередньо подано визначення терміну «цифровізація». Цифрові технології розглянуті як: система засобів та методів для реалізації складних процесів; складники для побудови інформаційних систем; впровадження інновацій у бізнесі [115].

Дослідження А. Є. Фандєєвої присвячене проблемі впровадження змішаного навчання у закладах вищої освіти (ЗВО). В праці [186] окреслено тенденції розвитку змішаного навчання; визначено його завдання й переваги в навчальному процесі ЗВО [115].

О. М. Спірін в праці [170] визначено критерії та показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Так серед критеріїв та показників О. М. Спірін виокремлює: зовнішні та внутрішні. Дослідження охоплює і підходи до оцінювання показників якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання [115].

Т. В. Долгова в своєму дослідженні [31] аналізує визначення поняття «змішане навчання», наводить переваги та недоліки очного та дистанційного навчання та визначає особливості цифрових ресурсів. Описані особливості можна взяти за основу при визначенні критеріїв та показників добору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання [115].

Донедавна в Україні головною формою навчання в закладах загальної середньої освіти було очне навчання. У зв'язку з веденням карантинних обмежень набуло поширення дистанційне та змішане навчання [115]. Хоча протягом останніх десятиріч дистанційна форма навчання стала одним із

найважливіших елементів системи освіти розвинених країн, в Україні «навчання на відстані» популярним стало тільки в останні роки.

Якщо аналізувати досвід використання цифрових технологій в закладах загальної середньої освіти України, то в першу чергу ця проблематика стосується саме дистанційного навчання. Досвід регіонів України детально було розглянуто під час онлайн-сесії щодо дистанційної освіти [191]. МОН вбачає подальший розвиток цифрової трансформації освіти завдяки платформі для змішаного (дистанційного) навчання «Всеукраїнська школа онлайн» та удосконалення інструментарію електронного журналу. Як приклад можна назвати функціонування порталу «E-SCHOOL Дистанційне навчання в школі» розробленого на базі системи управління курсами Moodle, що містить методичний контент вчителів Донецької області. При цьому учнів, що навчались протягом 2020 – 2021 навчального року нараховується – 5875 [115].

В Дніпропетровській області діє Освітній портал міста Кривого Рогу (<http://kreducloud.com/>) з методичними рекомендаціями, посиланнями на освітні ресурси та хмарні сервіси. При цьому спектр використання хмарних систем та сервісів досить широкий: хмарні сервіси компанії Google, платформа HUMAN, відеодописи майстер класів та семінарів (семінарів-практикумів). При цьому наявні ресурси розподілені за класами та навчальними предметами [115].

Під час проведення онлайн-сесії [191] було презентовано STEM-лабораторію МАНЛаб (<https://stemua.science/>), що являє собою міждисциплінарний віртуальний STEM-центр Малої академії наук (МАН) України. STEM-центр спеціалізується на дистанційній підтримці у галузі природничих дисциплін. Наявні навчальні та методичні матеріали, віртуальні лабораторії, обладнання провідних виробників [115].

Протягом квітня та травня 2021 р. відбулося пілотне впровадження онлайн-інструменту SELFIE в 60 закладах загальної середньої освіти [183], який постає інструментом з реалізації дистанційного навчання. Даний онлайн-інструмент є безкоштовним. Широке використання SELFIE стало можливим завдяки Європейському фонду освіти та Міністерству цифрової трансформації. Передбачається, що даний проєкт допоможе закладам загальної середньої освіти ефективно використовувати цифрові технології та налаштовувати їх інструментарій відповідно до власних освітніх потреб. SELFIE має інструментарій для анонімного анкетування учнів, вчителів та керівників шкіл про те, які цифрові технології використовуються в їх школі. Для цього призначені запитання в короткій формі та проста шкала відповідей 1-5. На запитання витрачається не більше 20 хвилин. На основі цих даних

опитувань інструмент формує звіт про сильні та слабкі сторони школи у використанні цифрових технологій [115].

Розглянемо певні групи критеріїв відбору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання, що суміщають в собі навчальний контент, який відповідає вимогам представленими Т. В. Долговою в дослідженні [31]. Спираючись на наявний досвід використання цифрових технологій українською спільнотою вчителів та на дослідження О. М. Спіріна [170], в якому обґрунтовано критерії та показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання, визначимо критерії та показники добору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання у закладі загальної середньої освіти [115].

Критерій 1. Форми подання навчального матеріалу та мультимедійність [115]:

- безкоштовність використання;
- одночасне подання інформації в різних формах (текстової, графічної, аудіо та відео, мультимедійної);
- наявність спеціалізованого інструментарію для проведення уроків природничо-математичного циклу (проведення експериментів, наявність лабораторій, використання формул та спеціальної символіки) [115];
- врахування індивідуальних особливостей сприйняття учня;
- можливість конвертування інформації з однієї форми в іншу;
- підвищення ступеня наочності (зокрема, за рахунок використання доповненої реальності);
- реалістичне представлення об'єктів і явищ.

Критерій 2. Структура представлення інформації [115]:

- компактне розміщення великих обсягів інформації за рахунок різних рівнів вкладеності навчального матеріалу;
- наявність інструментарію для упорядкування дидактичних матеріалів;
- встановлення матеріально виражених логічних взаємозв'язків між інформаційними одиницями (система міжпредметних зв'язків) [115];
- можливість організації навчання усіх учнів класу одночасно;
- можливість організації одночасного навчання декількох класів на паралелі;
- зручність навігації по замовчуванню (наприклад, інтерактивний зміст);
- можливість додавання контекстних підказок чи зауважень.

Критерій 3. Взаємодія з навчальним контентом [115]:

– створення інструментів і сервісів для роботи з навчальною інформацією (виділення фрагментів тексту маркерами, створення закладок і нотаток, додавання окремих елементів в зміст і т.д.) [115];

– швидкий та логічний пошук за змістом;

– інтерактивне моделювання процесів і явищ;

– оперативне автоматичне/напівавтоматичне оцінювання виконання завдань (різного рівня відповідей та категорій завдань);

– наявність інструментарію для оцінювання навчальних досягнень учнів;

– наявність інструментарію для проведення уроків в реальному часі (відео конференцій, месенджерів);

– наявність сервісів для комунікації між учасниками освітнього процесу.

Критерій 4. Варіативність змісту навчального матеріалу [115]:

– подання інформації за запитом учня, прояв вибірковості до інформації, реалізація індивідуальної освітньої траєкторії;

– наявність різноманітного інструментарію для організації навчання більшості шкільних предметів;

– використання різних сполучень взаємопов'язаних фрагментів змісту представлених в різних формах (текстової, графічної, звукової, мультимедійної) з метою всебічного охоплення досліджуваного матеріалу [115];

– реалізація різнорівневої диференціації навчання;

– реалізація принципу варіативності.

Визначальним для ефективного впровадження ІКТ в освіту та розвитку інформаційно-освітнього простору є формування цифрових компетентностей педагогічних, науково-педагогічних працівників і керівних кадрів освіти шляхом ознайомлення їх із актуальними розробками в галузі ІКТ, підвищення кваліфікації педагогічних працівників, працівників методичних служб, навчальних закладів, наукових установ і органів управління освітою. Актуальним питанням залишається адаптація та запровадження процедури сертифікації педагогічних працівників щодо рівня володіння ІКТ.

У професійних стандартах за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти», «Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)», що затверджені 24 грудня 2020 р., передбачено вимоги до інформаційно-цифрової компетентності за вищевказаними професіями, а саме здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею в професійній діяльності; до

використання відкритих ресурсів, інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій у освітньому процесі; до формування в учнів позитивного ставлення до інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій та їх відповідального використання.

Протягом 1991-2021 рр. змінилися форми підвищення кваліфікації вчителів, зокрема визнано неформальну освіту, що надало гнучкості в підвищенні кваліфікації та задоволеності результатами індивідуального розвитку. З'явилися такі форми розвитку вчителів, як тематичний тренінг, літні школи, вебінари.

Ринок надання освітніх послуг з підвищення фахового рівня педагогічних працівників повільно, але впевнено зростає, що є позитивною тенденцією, оскільки надає педагогам право вибору. Про це свідчать відповіді респондентів стосовно того, хто саме проводив навчання для вчителів:

- Заклад післядипломної педагогічної освіти – 90%;
- Заклад освіти (університет, інститут, коледж, школа) – 28,7%;
- Громадська організація – 8,3%;
- Міжнародна організація – 5,9%;
- Комерційна компанія – 5,4%;
- ФОП – 2,7%.

Із розвитком технологій дистанційного навчання, форсованого світовою пандемією, зросла кількість вчителів, які користуються онлайн-ресурсами для покращення власних компетентностей. Найбільш ефективними онлайн-формами професійного розвитку педагогічні працівники вважають для себе такі:

- Онлайн-майстер класи – 27,8%;
- Масові відкриті курси, онлайн-курси – 26,5%;
- Вебінари – 20,2%;
- Онлайн-конференції/семінари – 15,5%;
- Онлайн-професійні конкурси – 7,3%;
- Онлайн-проекти – 1,9%;
- Інше – 0,6% [134].

Серед основних потреб у підвищенні кваліфікації, за результатами опитування 54.254 вчителів у 2022 р. було визначено такі:

- вдосконалення методики проведення онлайн-уроків – 45%;
- створення навчального відео, запис і монтаж відео уроку – 33,6%;
- знайомство з новими онлайн-інструментами та сервісами для учнівської творчості – 30,6%;

- практична допомога з опанування новими інструментами – 26,6%;
- інструменти та методика оцінювання в умовах дистанційного навчання – 25,8%;
- курси для вчителів НУШ основної школи – 23,4%;
- ознайомлення з новими онлайн семінарами-практикуми (НУШ, тематичні сайти за предметами) – 22,2%;
- швидкі онлайн-консультації з питань використання ІКТ – 16,5%;
- забезпечення доступності до онлайн-курсів, вебінарів – 13,5%;
- курси для вчителів НУШ початкової школи – 12,8%;
- створення і підтримка власного блогу – 11,3%.

Для забезпечення якості розвитку цифрової компетентності педагогічних працівників ЗЗСО, в Україні систематично реалізуються проекти, у т.ч. із залученням міжнародних компаній.

У 2020 р. стартував онлайн-курс для вчителів та керівників шкіл про дистанційний та змішаний формати навчання. Курс розроблено МОН України спільно зі студією онлайн-освіти EdEra за підтримки уряду Швейцарії. Цей курс спрямований на освоєння педагогами навичок організації дистанційної та змішаної форм навчання. Після успішного проходження 4-х модулів, слухачі отримують сертифікат підтвердження.

Компанією «Google Україна» спільно з МОН України та Міністерством цифрової трансформації України систематично організуються навчальні сесії для вчителів («Ефективні рішення Google for Education для хмарної взаємодії», «Ефективні рішення Google для оптимізації освітнього процесу онлайн» та ін.), спрямовані на формування навичок із використання сучасних цифрових технологій для організації дистанційного навчання.

За сприяння Міністерства цифрової трансформації України створено безкоштовні освітні серіали для онлайн навчання вчителів та розміщено їх на порталі Дія.Цифрова освіта. Передбачено сертифікацією вчителів за результатами тестування:

- «Карантин: Онлайн-сервіси для вчителів» (сервіси Google Classroom, Microsoft Teams, Cisco Webex, Zoom, Class Dojo, Classtime та ін) – сертифіковано понад 46 тис. вчителів України;
- «Цифрові навички для вчителів» – сертифіковано понад 35 тис. вчителів;
- «Інтерактивне навчання: інструменти та технології для цікавих уроків» – роз'яснення, як застосовувати онлайн-інструменти та сучасні гаджети та технологій (відеоконференцз'язок, інтерактивні панелі та ін.).

Відповідно до розвитку освітніх інформаційно-телекомунікаційних технологій поступово вдосконалюється нормативно-правове забезпечення. Зокрема, важливим та очікуваним документом, який має комплексно унормувати процес цифровізації освіти і науки України, є проєкт Концепції цифрової трансформації освіти і науки, обговорений громадськістю в червні 2021 р. Цей документ спрямований на подолання низки проблем:

- недостатньо відповідний сучасним умовам рівень цифрових компетентностей учасників освітнього процесу та науковців;

- освітні програми не спрямовані на формування необхідних цифрових компетентностей у майбутніх педагогічних працівників; застарілий зміст освіти з навчальних предметів інформатичної галузі;

- брак комп'ютерного обладнання, відсутність широкосмугового доступу до Інтернету в закладах та установах системи освіти і науки, якісного цифрового освітнього контенту та інструментів моніторингу ефективності освітньої політики;

- забюрократизованість процесів внутрішнього документообігу закладів та установ освіти і науки; незручність отримання послуг та сервісів у системі освіти;

- недоступність наукових ресурсів та інфраструктури тощо.

Реалізація цієї Концепції позитивно вплине на забезпечення правового регулювання, націленого на розвиток цифрового освітнього середовища.

Упродовж тридцяти років незалежності України прогрес у цифровізації всіх суспільно-економічних сфер поступально прискорювався, й сьогодні цифровізація є одним із ключових, пріоритетних векторів інтенсифікації їх розвитку. Стрімкий прогрес інформаційно-телекомунікаційних технологій системно продукує нові якісні зміни у сфері освіти, з'являється безліч нових можливостей для подолання актуальних освітніх викликів. Зокрема, запровадження дистанційного та змішаного навчання дозволило реалізувати освітній процес під час світової пандемії COVID-19.

Цифровізація освітньої сфери поступально прискорюється, вона є одним із ключових, пріоритетних векторів інтенсифікації розвитку системи освіти. Загалом на рівні МОН України сформовано окрему лінію освітнього менеджменту, яка передбачає централізовану координацію освітніх ІТ-проєктів, комплексне узгодження їхніх концепцій, дорожніх карт з огляду на стратегічні цілі української освіти та очікувані дедлайни.

При цьому вчителі та інші педагогічні працівники залишаються сьогодні ключовими гравцями у здійсненні дистанційного навчання та розбудові інформаційно-цифрового середовища школи. Їхня здатність використовувати засоби ІКТ є життєво важливою у сучасних умовах

воєнного стану, коли школи та інші заклади освіти перейшли на дистанційний режим роботи.

Особливо важливим є постійне оновлення спектру ресурсів для вчителів, підвищення їх кваліфікації у використанні цифрових засобів навчання, створення умов для здійснення дистанційного та змішаного навчання.

Виявлення думки вчителів, визначення їхнього рівня цифрової компетентності та цифрової готовності має стати стратегічним завданням нової української школи. Тому постійне проведення опитувань вчителів, звернення до їхнього досвіду використання ІКТ, запровадження інновацій, що сприяють ефективній організації освітнього процесу у ЗЗСО має здійснюватися послідовно та стати частиною моніторингу якості освіти в цілому.

РОЗДІЛ III. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

3.1 Компоненти методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі

Метою створення методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі є формування вчителя, здатного до роботи в науковому ліцеї, реформування процесу підвищення кваліфікації вчителів, підвищення її якості, доступності та конкурентоспроможності [92]. Зокрема, хмаро орієнтована методична система зорієнтована на подолання окремих проблем, про які зазначено в Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, наприклад: «неготовність певної частини працівників освіти до інноваційної діяльності» [128].

Методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі охоплює низку окремих методик використання хмарних сервісів (чи хмаро орієнтованої системи). До складу методичної системи належать [92]: 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».

В якості мети для створення методичної системи підготовки виступає: удосконалення підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. 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 [92]. Цьому сприятиме ширший доступ до інструментарію Європейської хмари відкритої науки та підвищення рівня науковості організації навчання у науковому ліцеї.

Зміст методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі спрямовано на формування ІКТ компетентності вчителів та учнів щодо використання хмарних сервісів та

хмаро орієнтованих систем на кожному етапі наукового дослідження та в навчальному процесі [92]. Вона містить низку модулів та тем присвячених навчання використанню сервісів для організації експериментальних наробок учнів, привнесення наукової складової у навчальний процес наукового ліцею.

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) [92].

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 [92].

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 [92]: формування компетентного вчителя, розширення доступу до хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем, підвищення рівня організації наукових досліджень в наукових ліцеях, підвищення рівня ІКТ компетентності вчителів та учнів.

3.2 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базовий рівень)

Цільовий компонент.

Мета: професійний розвиток вчителів закладів загальної середньої освіти до роботи в наукових ліцеях, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки, формування компетентностей відкритої науки[1].

Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

Елементи змісту курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів [1].

Технологічний компонент.

Методи навчання [1]: 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 [1].

Засоби навчання [1]: 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 [1]. 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, сформованість компетентностей відкритої науки [1].

Для того, щоб більш детально описати зміст методики слід зупинитися на її часткових фрагментах. Методика полягає у впровадженні до вже існуючих курсів підвищення кваліфікації окремих тем чи модулів, що знайомлять з поняттям відкритої науки, основними етапами проведення наукового дослідження та окремими хмарними сервісами відкритої науки, що вчитель закладу загальної середньої освіти може використати для переорієнтації роботи в науковому ліцеї. Краще такі теми поєднувати з курсами підвищення кваліфікації, що змістово стосуються змішаного навчання чи дистанційного навчання.

С. В. Каплун в своєму дослідженні [44] аналізує зміст поняття «змішане навчання» та описує можливі сценарії його реалізації вчителем (для цього науковець наводить класифікацію моделей змішаного навчання). На кафедрі методики природничо-математичної освіти Харківської академії неперервної освіти до змісту курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін включено вивчення специфіки змішаного навчання та його особливості.

Згідно Указу Президенту № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні» всі українські заклади освіти за можливістю працюють за дистанційною формою навчання. Але, хоча дистанційна форма навчання набула значного поширення за останні роки (в зв'язку з веденням

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). Крім того, слід враховувати специфіку кожного ЗЗСО, стиль роботи вчителів-предметників та інтенсивність військових дій у окремих регіонах України.

Ознаки військового стану та його правове підґрунтя досліджено С. В. Васильєвим та С. А. Маляром [18]. Дане дослідження можна використати в контексті впливу військового стану як на освіту в цілому так і виключно на ЗЗСО.

Напрями цифровізації ЗЗСО, сутність і специфіку цифрової компетентності педагогів в умовах дистанційного навчання було досліджено С. В. Толочко [177].

Особливості організації змішаного навчання з використання цифрових технологій було досліджено в роботі [20]. Для поточного дослідження буде корисним огляд та виокремлення відмінностей між синхронним та асинхронним режимами роботи в ЗЗСО.

Під час планування та організації навчального процесу у ЗЗСО під час військового стану процесу слід враховувати специфічні особливості кожної конкретної області. Це можуть бути наступні умови: наближеність до окупованих територій; кількість співробітників ЗЗСО які перебувають в Україні (а які за кордоном); наявність 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 з режимів дистанційного навчання: синхронний, асинхронний чи біхронний [67]. 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 в синхронному режимі роботи, оскільки будуть вимушені перерви не час оголошення повітряної тривоги. В даному 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 даному випадку, усі навчальні предмети зсуваються у часі та мають коригуватись класним керівником.

Другий сценарій. Після оголошення повітряної тривоги учні можуть продовжити навчання в асинхронному режимі. По завершенню – повертається синхронний режим навчального процесу. Однак таке комбінування різних режимів роботи більш притаманне біхронному режиму, що дозволяє продовжити навчальний процес в будь-якому місці.

Треба зупинитись на відмінностях асинхронного режиму роботи та біхронному. *Асинхронний режим* роботи вчителя з класом передбачає, що весь матеріал попередньо представлений вчителем 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 [67] полягає лише в тому, що учні по 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 в режимі реального часу (наприклад консультації з окремої теми, як індивідуальні так і групові). Можливо, слід розглянути відеозапис консультацій які проводить вчитель з можливістю їх подальшого збереження на платформі як додаткового навчального матеріалу.

Організація навчального процесу у ЗЗСО під час військового стану виявляється найбільш оптимальною за рахунок дистанційного навчання. При цьому досліджуючи специфіку режимів дистанційного навчання (синхронний, асинхронний чи біхронний) краще надати перевагу біхронному. Даний режим організації навчального процесу допоможе вчителю врахувати ряд факторів та умов, що виникають внаслідок окупації частини територій України.

Згідно проведеного дослідження Центру інноваційної освіти “Про.Світ” в 2020 р., однією з найпоширеніших проблем у реалізації дистанційного навчання є те, що не всі учні виходять на зв’язок (роблять домашні завдання, беруть участь в онлайн-уроках тощо) [33]. Слід зазначити, що після 24 лютого 2022 р. дана проблема тільки загострилась, оскільки враховуючи численні фактори (фізичне розміщення учнів, територіальна віддаленість, відсутність пристроїв для організації дистанційного навчання чи обмеженість трафіку інтернет-з’єднання) не всі учні мають можливість підключитись синхронно до онлайн-уроків [114]. Тобто існує досить велика кількість учнів, які не встигають в опануванні навчального матеріалу в межах навчальної програми. Вирішенням даної проблеми може бути організація індивідуальних консультацій та організації індивідуальної роботи з учнями,

що з певних причин [114] не можуть працювати в синхронному режимі роботи.

Для організації індивідуальної роботи з учнями рекомендується використовувати комбінування хмарних сервісів загального призначення, спеціалізованих хмарних сервісів та програми відеоконференцій.

При цьому під хмарними сервісами загального призначення розуміємо ті, що не мають вузької предметної спрямованості (в межах шкільних предметів чи наукових галузей), а в першу чергу зорієнтовані на організації спільної роботи вчителя та учня, роботі з таблицями, текстовими файлами, представленні результатів спільної роботи. Це сервіси, що спрямовані на подання навчального матеріалу в різних комбінаціях та форматах: текстовому, відео, аудіо, графічному.

Спеціалізовані хмарні сервіси мають вузьке спрямування та використовуються в переважній більшості для підтримування роботи в межах одного (рідше декількох) шкільних предметів. Їх інструментарій адаптований до полегшеного використання символіки, візуалізації специфічних понять за даною предметною тематикою.

Обираючи програму відеоконференції слід звернути увагу, щоб наявні були: текстовий чат (зі збереженням історії переписки) та можливість запису відео. Текстовий чат знадобиться для збереження основних нотаток (посилань, назв основних сервісів для роботи, рекомендованої додаткової літератури). Функція запису відео потрібна для того, щоб після завершення консультації, індивідуальної роботи учень мав змогу ще раз переглянути ключові питання, краще розібрати пояснення вчителя. Запис відео під час індивідуальної роботи з учнем заощадить час на написанні конспекту та допоможе в подальшій підготовці до уроку за наступними темами. Крім того, такі відео знадобляться для повторення пройденого матеріалу та підготовки до самостійної чи контрольної роботи. Оскільки в таких відео міститься індивідуальна робота з окремим учнем, то його розміщення в загальний доступ для всього класу буде недоречним (виключення може бути лише з особистої згоди учня чи вчителя).

Розглянемо основні особливості організації індивідуальної роботи з учнями за основними структурними елементами уроку [138].

Вступна частина мало чим буде відрізнитись від вступної частини під час очного навчання. Зрозуміло, що дистанційне навчання передбачає можливості добору цікавих відео чи пізнавального інтерактивного матеріалу, що заохотить до вивчення нової теми. Але, одним з ключових моментів може бути акцент на тому, чи буде нова тема в подальшому використана принаймні на ЗНО, наскільки глибоко вона має бути вивчена та в яких

завданнях ЗНО найчастіше використовується. Вчитель може зосередити увагу учня, що ця тема буде зустрічатись ще в наступних класах та на її основі базуються ще більш цікаві поняття та модулі (навести конкретні приклади). При цьому можна торкнутись тих дисциплін ЗВО, в яких ця тема може бути використана, або навести практичне застосування теоретичного матеріалу в повсякденному житті.

Перевірку домашнього завдання (принаймні теоретичну частину) доречно організувати через спільний файл хмарного сервісу. Попередньо краще попросити учня ввімкнути камеру та надати доступ до екрану пристрою. Розшарування екрану, а не лише окремого вікна, зменшить ймовірність підглядання теоретичного матеріалу, а ввімкнена камера допоможе вчителю побачити чи намагається учень читати пройдений матеріал попереднього уроку. Крім того, наданий доступ до екрану пристрою учня допоможе виявити вчителю помилки при наборі формул, графіків, рисунків та таблиць. А це, з іншого боку, призведе до підвищення цифрової компетентності учня. Спільний доступ до одного файлу з використанням інструментів хмарного сервісу створить умови для виправлення помилок вчителем. Письмове домашнє завдання вчителю краще перевірити в той час, коли учень повторює теоретичний матеріал. Обов'язково після перевірки теоретичного блоку, слід акцентувати на помилках учня допущених у письмовій частині домашньої роботи. При цьому вчителю не обов'язково самостійно повністю виконувати ті завдання, в яких допущені помилки. Краще продемонструвати на якому саме етапі було допущено помилку і зосередитись на її виправленні. Достатньо, в залежності від рівня знань учня, зони найближчого розвитку, вказати що саме слід використати з теоретичного блоку, як варіант навести приклади та контрприкладі. Вправа, в якій було допущено помилку має бути перероблена/доброблена учнем на наступний урок (або, в якості альтернативи, задати схожу). Можна, в рамках нового навчального матеріалу, використати елементи схожих вправ, що допоможуть закріпити правильний шлях виконання подібних завдань.

Вивчення нового матеріалу має супроводжуватись тезисними записами в спільному документі основних правил, законів, формул чи теорем. Це краще робити тому, хто швидше набирає текст (вчитель чи учень під диктовку вчителя). Як варіант – копіювати основні тези з електронного підручника та вносити основні правки (якщо на думку вчителя вони будуть більш доречні). Для економії часу краще стандартні графіки, таблиці та формули копіювати з інтернету. Вчитель це може зробити в два кліка використавши пошукову систему та скопіювавши рисунок. Це збагатить конспект уроку та заощадить час. Звичайно, можна користуватись

стандартною заготовкою навчального матеріалу, однак за потребою, певні моменти все ж доведеться уточнювати, оскільки це в першу чергу індивідуальна робота з учнем. В процесі викладання навчального матеріалу окремі моменти можуть бути не зрозумілі, оскільки доводиться враховувати індивідуальне сприйняття матеріалу учнем.

Закріплення нового матеріалу доречно проводити на практичних прикладах, демонструючи виконання класичних вправ, що є базою для розв'язку більш складних. Процес виконання вправ можна організувати у вигляді діалогу, задаючи питання учневі, таким чином перевіряючи наскільки детально він зрозумів новий матеріал. Даний спосіб дозволить звернути увагу на зв'язок практичних завдань з теорією (якщо учень не може дати відповідь на окремі питання, можна звернути його увагу на конкретні моменти конспекту при цьому залучаючи його до спільного розв'язання поставлених завдань). Зрозуміло, що знайомлячись з класичними розв'язками вправ можна задіяти зону найближчого розвитку: комбінуючи найлегші завдання, звертаючись до пройденої теорії. При цьому, спочатку учень може просто слідувати за розв'язком, а потім коментувати окремі етапи розв'язання. Спочатку, учня слід залучати за допомогою усних коментарів, потім, щоб він самостійно записував окремі етапи розв'язання (за потребою вчитель виправляє помилки). Останні завдання учень може спробувати розв'язати самостійно (під контролем вчителя). Вчителю за таких умов досить легко контролювати учня, оскільки працюючи в межах одного файлу можна одразу виправляти помилки, вказуючи правильний напрям для розв'язання системи завдань.

Домашнє завдання вчитель може записати в спільний файл копіюючи посилання на додаткові ресурси, або в текстовий чат. Взагалі в текстовий чат можна копіювати основні посилання, додаткові джерела, щоб розширити та поглибити навчальний матеріал. При цьому варто пам'ятати, що в даний момент триває запис індивідуального заняття. Тому важливо не просто задати номер вказавши сторінку (чи посилання на завдання), але й пояснити в якому вигляді слід оформити виконані завдання. Передбачається, що учень потім буде опрацьовувати записане відео, тому слід чітко вказати які строки виконання завдання, як краще це зробити (надіслати фото чи оформити з використанням інструментарію спеціалізованого хмарного сервісу). Краще, по можливості, заохочувати учнів виконувати завдання за допомогою хмарного сервісу, оскільки це підвищує їх цифрову компетентність та активізує спільну роботу на уроці. Якщо вчитель задає специфічні завдання чи завдання підвищеної складності, буде доречним вказати на це та запропонувати учневі повторити окремий блок теорії, скористатись

формулами чи теоремами. Якщо завдання дуже специфічне, а час на коротке обговорення домашнього завдання є, то краще попросити учня зачитати завдання. Після цього слід обговорити зміст поставленого завдання та як учень зрозумів, що від нього вимагають. Більшість проблем виникає саме через недостатнє розуміння саме змісту завдань або через складність на початку розв'язання. При цьому слід зацентувати увагу учня на тих моментах, що він в змозі зробити одразу (побудувати рисунок, провести аналіз, записати коротку умову). Треба пояснити, що він має спробувати виконати дане завдання, а вчитель в свою чергу хоче побачити або конкретний розв'язок, або етап на якому виникли труднощі. Слід пояснити, що в учня має бути принаймні ідея розв'язку завдання, можливо не до кінця реалізована, але зрозуміла. При цьому, учень не має боятись робити помилки. Краще пояснити, що помилки – це теж один з етапів навчання. І для вчителя цінно бачити як правильний результат виконання завдання так і помилки, що були допущені в процесі його реалізації.

Закінчення уроку передбачає підведення підсумків роботи учня, його активності, виставленні оцінки. Можна ще раз підкреслити, що саме з теоретичного матеріалу є ключовим, що вчитель обов'язково запитає, що слід вивчити напам'ять. При цьому слід нагадати про завдання, в яких було допущено помилки в попередній темі, що їх слід доопрацювати.

Більшість хмарних сервісів, які наразі використовуються для підтримки дистанційного навчання в першу чергу орієнтовані на організацію колективної роботи учнів (синхронної, асинхронної, групової). Власне це і є основною особливістю хмарних сервісів та систем. Однак, якщо розглянути проблему організації дистанційного навчання учня за індивідуальною формою навчання, то можна зауважити, що в даному випадку має бути забезпечено та налагоджено зв'язки між: учнем, учителем та групою вчителів (як між учасниками навчального процесу).

Якщо в ЗЗСО розгорнута система управління курсами Moodle, то наявного інструментарію буде достатньо задля повноцінної організації дистанційного навчання учнів за індивідуальною формою навчання. Але, в даному випадку слід створити окремий курс для учнів, що навчаються за індивідуальною формою навчання. Подібна організація зумовлена тим, що учні, які не можуть бути присутніми на очних заняттях, потребують додаткових навчальних матеріалів та літератури. Наприклад, відеозапис уроку (який вчитель попередньо записує в класі). Чи додаткова література з теми, що дозволить поглибити знання з попередніх, базових тем. Альтернативою системи управління курсами Moodle можна розглянути інтерактивну платформу Google Клас. Використання Moodle чи Google Клас

є особливо актуальним, коли заздалегідь наявне наповнення більшості дисциплін в запропонованих сервісах та передбачено лише внесення додаткових ресурсів задля повноцінної організації дистанційного навчання учнів за індивідуальною формою навчання. Організувати дистанційне навчання можна і з використанням Microsoft Office 365. Однак також за умови попереднього розгортання та наповнення навчальними матеріалами предметів.

Однак лише системи управління курсами буде замало. Задля корекції отриманих знань, консультації краще проводити в онлайн режимі (в режимі реального часу). Якщо мова йде про використання Google Класу, то дана форма навчального заняття може бути реалізована з використанням платформи для відеоконференцій Google Meet. Під час проведення дистанційної консультації вчитель зможе продемонструвати учневі свій екран пристрою, показати додатково графіки, схеми, пояснити та вирішити, за необхідності, те чи інше питання, що виникло в процесі опанування навчальних матеріалів. Google Meet – далеко не єдиний сервіс відеоконференцій. Серед найрозповсюдженіших є: WebEx, Skype, Zoom, Google Hangouts. Усі з перелічених сервісів відеоконференцій надають можливість передавати файли, продемонструвати власний екран, зв'язатись з декількома користувачами (що буде корисно для консультацій з декількома викладачами одночасно та для проведення занять, що потребують міжпредметних зв'язків). Серед месенджерів можна назвати: Viber, Telegram, WhatsApp. Використання месенджерів буде корисним для певних уточнень за індивідуальною програмою та обміном повідомленнями для уточнень організаційних моментів. Хоча, в месенджерах можливий і відеозв'язок, але для контролю знань та об'єктивності оцінювання учня краще все ж використовувати сервіси для відеоконференцій.

Організація дистанційного навчання учнів за індивідуальною формою навчання можлива та доцільна за рахунок використання систем управління курсами та інтерактивних платформ (особливо за умови їх попереднього розгортання). Однак, не можна обмежуватись лише інструментарієм систем управління курсами. Краще, консультації проводити в режимі онлайн, що дозволить проаналізувати рівень підготовки учня та якість опрацьованого навчального матеріалу. Для цього буде доречним використання систем відеоконференцій. Додатковим сервісом може бути месенджер для обміну миттєвими повідомленнями з викладачами та узгодженням організаційних питань. Використання спеціалізованих хмарних сервісів в дистанційному навчанні учнів за індивідуальною формою навчання також є доречним, але вимагає додаткових досліджень за кожною окремою дисципліною. Адже

кожен окремий спеціалізований хмарний сервіс містить специфічний інструментарій та може бути використаний окремими вчителями за бажанням.

Карантинні обмеження в 2022 р. продовжують впливати на всі ланки освіти, оскільки дистанційне та змішане навчання набуло широкого впровадження в закладах освіти України. Дослідження останніх років [15] показують, що вчителі успішно опанували сервіси відеоконференцій, інтерактивні дошки, месенджери та продовжують адаптувати хмарні сервіси до викликів, що постають перед освітою. Однак, дослідження науковців мають бути спрямовані на пропозиції альтернативних хмарних сервісів, як для загального використання, так і спеціалізованих (орієнтованих на окремі навчальні предмети) [103].

В дослідженні [117], спираючись на роботи українських дослідників, представлено визначення поняття [103] «хмаро орієнтована методична система»: «це система методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального і наукового призначення, об'єднаних у єдине ціле на основі системо утворювальних чинників, якими постають хмаро орієнтований підхід, а також єдність змісту навчання за обраними методиками [117]».

До складу даних компонентів навчального призначення вчитель може включити як окремі хмарні сервіси так і їх певні інструменти. Для прикладу буде представлено елементи роботи з хмарними сервісами Google Документи та Lightshot (при одночасному використанні). Запропоновані хмарні сервіси не об'єднані в межах однієї платформи, однак можуть бути компонентами однієї з методик використання хмарних сервісів [103].

Google Документи можна вдало використовувати для синхронного режиму роботи вчителя з групою учнів. Інтерактивна дошка Google Jamboard стала досить розповсюдженим інструментом для проведення уроків онлайн. Однак вона має безліч недоліків. Одним з основних є те, що записи виконані вчителем суттєво відрізняються від тих, які виконують під час аудиторної форми навчання вчитель та учні. Наприклад, формули написані в Google Jamboard суттєво відрізняються від надрукованих [103]. Альтернативним варіантом є використання Google Документів під час дистанційного навчання.

Планування уроку з використанням Google Документів складається з наступних етапів [103]:

1. Створення та попередня підготовка документу. Даний етап полягає в створенні файлу засобами Google Документів та добір системи завдань. В даному випадку в хмарному сервісі Google Документи наявний повноцінний

інструментарій для подання формул, текстового та ілюстративного навчального матеріалу [103].

2. Подача навчального матеріалу. Якщо вчитель попередньо підготував весь потрібний матеріал, то даний етап буде досить простим. Краще, щоб окремі завдання (принаймні їх умова) були вже перенесені в файл. Під час уроку рекомендується лише уточнювати та дописувати ті моменти, що були мало розкриті чи призвели до додаткових запитань учнів [103].

3. Тренувальні завдання. Цей етап передбачає, що умови завдань вже будуть внесені до конспекту уроку. Оскільки Google Документи – це хмарний сервіс, тож учні зможуть в режимі реального часу самостійно (під контролем вчителя) заповнювати розв'язок тих чи інших завдань [103].

4. Оцінювання виконаних завдань. Оцінювання можна організувати не лише як усні зауваження та коментарі до роботи учнів, але й у формі окремих коментарів до того чи іншого завдання, конкретизуючи певне місце в Google документі [103].

5. Рефлексія. Оскільки Google Документи містять в собі декілька режимів роботи, тож можна під час уроку, щоб учні залишали побажання та питання прямо в конспекті уроку. Наприкінці можна озвучити всі ці коментарі (з групового чату) чи окремі питання, що залишили учні під час проведення уроку [103].

Зрозуміло, що для кращої організації вчителю бажано впорядковувати усі конспекти уроків за окремими розділами, предметами, класами. В цьому випадку буде доречно відкрити доступ до цілої папки на Google Диску учням класу (якщо передбачені індивідуальні завдання, то для окремих учнів певні файли). Тобто можна вдало розподіляти права доступу до різних файлів. Але це можливо лише з використанням раціонального планування [103].

Використання Google Документів можна вдало використати як один з шляхів встановлення міжпредметних зв'язків (наприклад математики та інформатики). Як одним з результатів виступатиме розвиток цифрової компетентності як вчителя так і учнів [103] (це пояснюється тим, що для форматування файлу потрібні додаткові вміння та навички роботи з формулами, зображеннями, таблицями).

Значно спростить підготовку до уроку з використанням Google Документів вставка вже готових ілюстрацій, схем з шкільних підручників. Хмарний сервіс Lightshot допоможе вчителю без залучення сторонніх програмних засобів створити скріншот та одразу розмістити його в Google документі. Lightshot має інструментарій за допомогою якого вчитель може зробити скріншот лише частини вікна чи свого екрану при цьому одразу ж виділивши ключовий момент рисунку за допомогою рамки та стрілок. Такий

принци роботи дозволить вставляти в конспект цілі блоки формул чи ілюстрації. При цьому одержаний рисунок можна одразу вбудувати в файл чи зберегти в хмарному сховищі запропонованому цим сервісом [103]. Звичайно наявна функція збереження на пристрій. Рисунок, який вчитель завантажить до хмарного сховища можна надіслати учням за допомогою автоматично згенерованого посилання. Даний хмарний сервіс значно спростить процес підготовки до уроку та заощадить час.

Тобто, для організації уроку з використанням Google Документів та Lightshot вчителю достатньо організувати відеозв'язок з учнями класу (з використанням будь-якої програми відеоконференцій), ввімкнути демонстрацію екрану та перейти в файл Google Документу. Завдяки цим діям учні будуть бачити все, що їм демонструє вчитель завдяки відеотрансляції та синхронній роботі в спільному файлі в режимі реального часу. При цьому учні є активними учасниками навчального процесу виконуючи завдання, залишаючи коментарі та надаючи відповіді на запитання. Якщо вчитель розуміє, що навчального матеріалу недостатньо для повного розуміння нових понять, то в будь-який час, можна скористатись пошуковою системою Google та додати в режимі реального часу додаткові схеми, формули чи таблиці. З використанням хмарного сервісу Lightshot в декілька кліків можна додати новий рисунок та вдосконалити його підкресливши головне [103].

Здобуття якісної освіти можливе не лише під час аудиторного навчання [167]. Якісне планування навчального процесу, дозоване та методично обґрунтоване використання хмарних сервісів значного полегшить процес подальшого поширення дистанційної та змішаної форм навчання. Поєднання різних форм навчання може вирішити проблеми: доступності та інклюзивності навчального процесу, гнучкості для окремих учнів, побудови індивідуальної траєкторії навчання [103].

З 2020 р. розпочато експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї». Дослідно-експериментальна робота проводиться на базі 6 закладів вищої освіти, одним з яких є Криворізький державний педагогічний університет. Авторський курс підвищення кваліфікації вчителів математики «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи» є експериментальним впровадженням моделі хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї (на базовому рівні) у навчальний процес Криворізького державного педагогічного університету.

Основна мета курсу підвищення кваліфікації – формування у слухачів теоретичних основ і практичних прийомів, необхідних для професійної діяльності відповідно до нових стандартів.

Мета досягається шляхом опанування концепції відкритої науки, принципів відкритої науки та її значущості для вчителя математики; практичного оволодіння вчителями математики навичок роботи з платформою відкритої науки, її інструментарієм (окремими компонентами), створення власного проєкту та його наповнення хмарними сервісами відкритої науки.

Завдання курсу підвищення кваліфікації. Завданням курсу підвищення кваліфікації є опанування вчителями математики теоретичних основ відкритої науки, усвідомлення необхідності використання хмаро орієнтованих систем та хмарних сервісів відкритої науки в освіті; формування знань про форми, методи та підходи щодо використання платформи відкритої науки та її компонентів для організації та підтримування освітньої діяльності; отримання практичних навичок використання платформи відкритої науки, зокрема сервісів Європейської хмари відкритої науки.

Опанування курсу підвищення кваліфікації дозволить вчителям математики використовувати сучасні цифрові технології, зорієнтує на впровадження хмарних сервісів до організації освітнього процесу, реалізацію індивідуальних та групових проєктів, організації дистанційного та змішаного навчання.

Наведемо зміст авторського курсу підвищення кваліфікації (табл. 3.1).

У процесі навчання математики вчителі розвивають просторову уяву, формують вміння логічно мислити, оперувати з абстрактними об'єктами і коректно використовувати математичні поняття і закони для побудови математичної моделі тієї чи іншої ситуації, розуміти красу математичних міркувань, виховують цілеспрямованість, наполегливість.

Таблиця 3.1.

Аудиторна робота

№ з/п	Тема	Форма заняття	Обсяг годин
1.	Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя математики	лекція	2
2.	Платформа відкритої науки та її компоненти	практикум	4

Однак сьогодні важливу роль відіграють не тільки математичні, а й ІКТ-компетентності вчителя, пов'язані з навчанням учнів математики. Світ стає більш залежним від інформаційних технологій, і учні, і вчителі повинні мати досить високий рівень відповідної компетентності. У програмі курсу підвищення кваліфікації передбачені лекції та лабораторні роботи слухачів з ІКТ, наприклад:

Тема 1. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя математики (лекція).

Тема 2. Платформа відкритої науки та її компоненти (практикум).

При роботі за новими стандартами залишається актуальною і проблема виявлення, підтримки та розвитку талановитої молоді, її специфічне навчання і виховання, спрямоване на підготовку з її числа майбутніх висококваліфікованих фахівців. В процесі роботи курсу аналізувалися питання, пов'язані з олімпіадами школярів різних рівнів школярів; мети, завдання олімпіад; методика підготовки учнів.

Наведемо основні питання методичного розділу програми курсу.

Тема 1. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя математики (лекція).

Основні поняття. Основи відкритої науки. Концепція відкритої науки. Принципи відкритої науки. Основи академічної доброчесності для вчителя та учнів. Значущість відкритої науки для вчителя математики в процесі навчання на профільному рівні.

Тема 2. Платформа відкритої науки та її компоненти (практикум).

Особливості використання Європейської хмари відкритої науки (EOSC). Основні риси платформи відкритої науки та відмінність від EOSC. Етапи реєстрації та створення проєкту в EOSC. Основна класифікація та категорії хмарних сервісів відкритої науки. Добір хмарних сервісів відкритої науки для використання в навчальному процесі. Короткий огляд спеціалізованих хмарних сервісів відкритої науки. Відбувається обмін досвідом в галузі використання ІКТ на уроках математики між слухачами курсу.

Перелік компетентностей, що вдосконалюватимуться:

1. Здатність до моніторингу педагогічної діяльності та визначення індивідуальних професійних потреб.

2. Здатність до визначення умов і ресурсів професійного розвитку впродовж життя.

3. Здатність здійснювати пошук науково-методичних матеріалів у відкритих журнальних системах.

4. Здатність добирати та використовувати хмарні сервіси відкритої науки для досягнення поставленої мети.

5. Здатність організувати та впровадити навчальний процес засобами Європейської хмари відкритої науки та ефективно використовувати хмарні сервіси відкритої науки.

6. Здатність налагоджувати співпрацю в межах платформи відкритої науки.

Очікувані результати навчання

1. Знання та розуміння ролі хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи.

2. Здатність застосовувати хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи.

3. Здатність аналізувати та добирати той чи інший хмарний сервіс відкритої науки для досягнення освітніх цілей.

4. Знання та розуміння основних понять відкритої науки, принципів відкритої науки.

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

До переліку сервісів методичної системи використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі відносяться в якості окремої частини хмарні сервіси Європейської хмари відкритої науки. Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї є одним з компонентів методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Європейська хмара відкритої науки – це хмара, яка поєднує в своїй структурі окремі хмарні сервіси для подальшого використання науковцями в процесі виконання досліджень. Це ініціатива Європейської комісії, спрямована на розвиток інфраструктури, яка надає своїм користувачам послуги, що сприяють відкритій науковій практиці. Окрім відкрито орієнтованої на науку, передбачена інфраструктура будується шляхом об'єднання послуг, що надаються декількома постачальниками згідно системного підходу. Європейська хмара відкритої науки – це надійний цифровий майданчик для наукового співтовариства, що забезпечує безперебійний доступ до даних та сумісних служб, що стосуються всього циклу даних досліджень, від відкриття та розробки до зберігання, управління, аналізу та повторного

використання через галузі науки. Основна мета – підтримування ідей відкритої науки задля подальшого використання. Оскільки Європейська хмара відкритої науки зорієнтована загалом на науковців, задля використання її інструментарію в навчальному процесі необхідна методика використання хмарних сервісів для підвищення кваліфікації вчителів до роботи в наукових ліцеях. В подальшому, вчителі зможуть методично виважено використати окремі сервіси в навчальному процесі [1].

Отже, розкриємо структуру методики використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї.

Цільовий компонент.

Мета: професійний розвиток вчителів наукових ліцеїв, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів, підвищення рівня ІКТ компетентності та компетентностей відкритої науки [1].

Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

Елементи змісту підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів [1].

Технологічний компонент.

Методи навчання [1]: 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 [1].

Засоби навчання [1]: 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 смартфона [1]. 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 [1].

Розкриємо більш детально змістовий компонент та опишемо окремі засоби навчання. Окремі додатки будуть розглянуті в процесі змішаного навчання, оскільки дана методика передбачає впровадження в рамках змістового модуля, або міні курсу. Одними з найактуальніших курсів підвищення кваліфікації для вчителів виступають ті, що в своїй змістовій частині містять поглиблення знань про змішане навчання, дистанційне, їх окремі режими та моделі використання. Як один з практичних варіантів впровадження змістового модуля в курси підвищення кваліфікації з поглиблення базових знань з дистанційного та змішаного навчання.

Для сучасного покоління учнів освітній процес з використанням засобів доповненої та віртуальної реальності є більш зрозумілим. Такі засоби є мотивуючими для учнів при оволодінні новими знаннями, дозволяють вчителю організувати навчальний процес, при потребі коригувати цей процес та слідкувати за успішністю кожного учня [290]. Крім того, використання засобів доповненої та віртуальної реальності дозволяє відслідковувати характер помилок учня, та автоматично визначає тип потрібної допомоги. Тобто навчальне середовище адаптується до рівня знань учня, його потреб, набутих знань, досвіду та швидкості сприйняття нового матеріалу [137]. Учні повинні мати достатні уявлення про можливості управління навчанням у віртуальному освітньому середовищі. Вчителі разом з учнями, в цьому разі, зможуть (відповідно до наявного інструментарію) спільно визначити послідовність та темпи вивчення навчального матеріалу.

О. Р. Олексюк розглянула застосування технології доповненої реальності в освітній галузі. В дослідженні [137] розкрито зміст поняття доповнена реальність та розглянуто переваги використання доповненої реальності в освітньому процесі. Дослідниця О. Р. Олексюк аналізує використання окремих додатків для різних вікових груп учнів та наводить приклади застосування додатків в навчальному процесі окремих дисциплін.

Спільнота науковців О. В. Сироватський, С. О. Семеріков, Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало та С. О. Зелінська виконали історико-технологічний аналіз досвіду застосування засобів доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів; в своєму дослідженні [332] охарактеризували програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності навчального призначення. Наспрями застосування доповненої реальності описані в праці О. В. Сироватський, С. О. Семеріков, Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало та С. О. Зелінська [332] слід взяти до уваги, оскільки вони є загальними і для закладів загальної середньої освіти.

В. В. Ткачук, Ю. В. Єчкало, А. С. Тарадуда та І. П. Стеблівець в дослідженні [336] теоретично обґрунтовано доцільність використання доповненої реальності як засобу дистанційного навчання в умовах карантину. Науковцями виокремлено засіб візуалізації лабораторного обладнання, а саме мобільний додаток Electricity AR. В [336] праці розроблено елементи методики використання мобільного додатку Electricity AR у процесі виконання лабораторних робіт. Оскільки доповнена реальність в даній праці розглянута в процесі дистанційного навчання, то подальші дослідження слід спрямувати на доцільність використання засобів доповненої реальності у процесі змішаного навчання. Зокрема ідея використання засобів доповненої та віртуальної реальності у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти практично недосліджена. Як показує аналіз останніх джерел та публікацій дана проблема розглянута з точки зору вищої освіти, у процесі навчання студентів та підготовки спеціалістів до професійної діяльності.

Згідно дослідження [290] віртуальна реальність (VR) – це штучно створене середовище, до якого можна отримати доступ з використанням спеціальних технічних пристроїв. Специфічною властивістю віртуальної реальності вважають максимальний вплив на більшість органів чуття: дотик, зір, нюх та слух [270].

Доповнена реальність (доповнена реальність, AR) – це штучне доповнення реального середовища додатковою інформацією (зображення, аудіо тощо) з постійним зв'язком реального оточення користувача. Це ключова характеристика на відміну від віртуальної реальності, яка не підтримує зв'язок з реальним оточенням. З іншого боку цифрова технологія доповнює реальне оточення користувача, в той час, як віртуальна реальність намагається повністю перенести користувача в штучно створене середовище [270].

Науковці І. Мельник, Н. Задерей та Г. Нефодова в своєму дослідженні [290] окремим пунктом досліджують поєднану реальність (MR) яка об'єднує в собі доповнену та віртуальну реальність з фізичним оточенням. В такій реальності межі між цими поняттями стираються [270].

Активне використання віртуальної VR та доповненої AR реальності у різних сферах утворює єдину реальність (змішана реальність, MR), при якій межі стираються між доповненим, віртуальним та фізичним світами. До такого висновку дійшли експерти-дослідники EricssonConsumerLab, вивчивши вплив технологій AR та VR щодо звичок та уподобань користувачів [270].

Майбутнє фізичного реального світу буде сформовано використовуючи змішана реальність MR, засновану на доповненій (AR) та віртуальній реальності (VR) [290].

Розглянемо деякі додатки віртуальної та доповненої реальності, що можна використати в процесі змішаного навчання.

MEL Chemistry VR (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.melscience.melchemistryvr&hl=ru&gl=US>) – це курс уроків хімії у віртуальній реальності, що відповідає окремим темам шкільної програми, де віртуальна реальність перетворює навчання в захоплюючий процес пізнання основ хімії, використовуючи наукові гри і метод занурення. Уроки доступні лише англійською мовою[270].

Щоб охопити всі основні теми, додаток на даний момент містить 28 уроків і тестів VR [270]:

Структура атома. Атом складається з крихітного атомного ядра, оточеного електронами. Опис трьох основних субатомних частинок: електронів, протонів і нейтронів.

Атоми в твердих тілах і газах. Демонстрація, як атоми розташовані в звичайних олівцях і надувних кульках. Показано, що атоми в твердих тілах не залишаються нерухомими, а знаходяться в русі. Спостереження як поводяться атоми всередині газоподібного гелію. Проілюстровано що відбувається з атомами при збільшенні температури [270].

Будова атомів і молекул. В інтерактивній лабораторії наявна можливість зібрати будь-які атоми, вивчити будову їх електронних орбіталей. Наявний інструментарій для створення будь-якої молекули зі шкільної програми і не тільки. Показана різниця між структурною і скелетної формулою. Проілюстроване реальне розташування атомів в молекулі і зв'язки між ними.

Інтерактивна таблиця Менделєєва. Показано як влаштована таблиця Менделєєва. Чому елементи розташовані саме в такому порядку, яку інформацію можна дізнатися з розташування елемента в періодичній таблиці. Вибравши будь-який елемент користувач зможе дослідити будову його атома і електронну конфігурацію [270].

В MEL Chemistry VR також є уроки про ізотопи, електрони, іони, інтерактивну таблицю Менделєєва (хімічні елементи), молекулярні формули та інше. MEL Chemistry – додаток для VR пристроїв Google Cardboard і Daydream.

Anatomyou VR – це навчальний мобільний додаток, який представляє анатомію користувачеві з іншої точки зору

(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stereoinmotion.anatomyou&hl=ru&gl=US>) [270].

Використовуючи віртуальну реальність, користувач стає частиною однієї з анатомічних структур (спостерігаючи зсередини за процесами), маючи можливість орієнтуватися вздовж цих структур: кровоносної, дихальної, травної, сечової, слізної та репродуктивної системи [270].

Додаток містить безкоштовний доступ до деяких навігаційних маршрутів майже в будь-якій із згаданих систем. Додатковий зміст, який можна придбати, пропонується в розділі програми, що продається через додаток.

Anatomyou VR можна використовувати у двох різних режимах: віртуальна реальність та повноекранний режим.

У режимі віртуальної реальності мобільний пристрій (смартфон) потрібно вставити в гаджет віртуальної реальності, щоб опанувати певний навчальний матеріал. Користувач може взаємодіяти з елементами керування навігацією та анатомічними інформаційними елементами (обираючи один з них) [270].

Незважаючи на те, що Anatomyou VR забезпечує найкращий досвід роботи у режимі віртуальної реальності, користувач також може насолоджуватися та вчитися за допомогою цього мобільного додатка у повноекранному режимі без потреб гаджета віртуальної реальності [270].

Google Експедиції – це освітній інструмент, за допомогою якого можна здійснювати подорожі в віртуальному світі і досліджувати об'єкти в доповненої реальності (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.expeditions&hl=ru&gl=US>). Наявні режими вивчення історичних пам'яток, досліджувати предмети на рівні атомів, плавати поруч з акулами або вирушати у відкритий космос.

В Google Експедиції вчитель стає гідом, який відправляється з класом або групою в відеотур або показує об'єкти доповненої реальності. При цьому він може використовувати спеціальні інструменти для детального вивчення окремих предметів [270].

Щоб зануритися у віртуальну або доповнену реальність, необов'язково бути частиною групи, користувачі можуть робити це і самотійно [270].

Додаток містить наступні функції [270]:

– Дослідження світу навколо за допомогою телефону, планшета або пристрою з підтримкою режиму віртуальної реальності.

– Вчитель зможе стати гідом для невеликих груп користувачів, які підключатися до вашої експедиції зі своїх мобільних пристроїв.

– Можна приєднатись до експедицій інших гідів, щоб досліджувати віртуальний світ і вивчати предмети в доповненій реальності. Для цього слід використовувати, наприклад, окуляри Google Cardboard або Daydream.

– Підключення власного пристрою до тієї ж мережі Wi-Fi, що і група. Якщо гід скачав експедицію, для участі в ній підключення до Інтернету не потрібно [270].

– Вибирайте експедиції з обширного каталогу – більше 800 відеотурів віртуальної чи доповненої реальності. Кожен з них складається з ретельно відібраних матеріалів і забезпечений описами, інформаційними блоками і питаннями.

EON-XR – це додаток, що підтримує доповнену чи віртуальну реальність, оснащений функціями для дистанційного навчання та тренувань у практичному середовищі (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eonreality.eoncreatoravr&hl=sv>).

Уроки та тренінги можна проводити в режимах AR або VR як самостійно, так і в групах, забезпечуючи усі вимоги для вчителів, учнів чи групи учнів [270].

Завдяки EON-XR користувачі можуть швидко створювати привабливий вміст на своїх телефонах, планшетах, комп'ютерах та гарнітурах, використовуючи бібліотеку EON Reality із понад 1 мільйона цифрових активів, а також імпортуючи або купуючи активи з інших джерел.

Основні характеристики сервісу [270]:

– Створення, публікація, демонстрація, запис та оцінка уроків та їх змісту із використанням смартфона чи планшету;

– Збір вчителя та учнів для віртуальної взаємодії з уроком у безпечному віртуальному просторі [270];

– Інтуїтивно зрозуміла платформа без коду, призначена для заохочення учнів та вчителів до створення контенту для глибшого навчання та співпраці;

– Вбудова асинхронного відео разом із 3D-моделями та середовищами на 360°, щоб забезпечити самостійне навчання в будь-який час та в будь-якому місці [270];

– Оцінка ефективності роботи учнів чи групи учнів за допомогою оцінки та вікторини, щоб ефективно відстежувати рівень опанування навчального матеріалу.

Наявний наступний інструментарій [270]:

– Доступність декількох регіонів для зустрічі EON-XR

– Функція списку відтворення

– Функція оцінки учнів

- Створення уроків Express 360
- Загальна оптимізація, зокрема режиму відтворення.

Методичні рекомендації використання доповненої та віртуальної реальності у процесі змішаного навчання

Змішане навчання – це рішення для освіти в епоху революцій та ідеальна навчальна модель для експериментів з AI, VR та AR. Суб'єкти освітнього процесу пристосовуються до нової норми дистанційної освіти та труднощів, які з цим виникають, але це також величезна можливість дослідити інтерактивні технології, що ідеально підходять для віртуального навчання. Сучасні викладачі досліджують та експериментують із способами включення цих технологій у практику, яка збагачує освітній досвід для всіх учасників [270].

Доповнена реальність – це невід'ємна частина майбутнього освітнього процесу, що характеризується поєднанням віртуальних технологій з реальними світом. Технології AR дають можливість пояснити абстрактні поняття, певні теорії або те, що не можна чітко представити. Однією з характерних особливостей є перетворення 2D-зображення в 3D, щоб вони виглядали реалістично та покращення існуючого середовища за допомогою анімації та звуків [270]. Ефективність такого формату навчання доведено: учні набагато швидше сприймають та краще запам'ятовують візуальні образи. Використання саме таких інтерактивних технологій на уроках підвищує мотивацію до навчання.

Відзначається [220], що серед найбільш перспективних елементів цієї технології – простота її використання та безперервна інтеграція до навчальної програми кожного вчителя. Викладачі можуть просто вставити QR-коди у свої навчальні матеріали (наприклад, слайди PowerPoint, LMS або роздатковий матеріал), щоб надати учням миттєвий доступ. Потім слухачі можуть сканувати код за допомогою своїх телефонів або планшетів, щоб оживити AR-досвід у власних будинках або переглянути інтерактивну 3D-модель зі свого робочого столу, ноутбука чи Chromebook. Не потрібно дорого обладнання, як гарнітури, а також складне програмне забезпечення чи програми [270].

За допомогою доповненої реальності можна розширити можливості навчання з будь-яких предметів шкільної програми. Також вчитель може запропонувати продовження вивченого матеріалу самостійно за допомогою інтерактивного домашнього завдання [270].

Якщо окреслити можливі шляхи використання доповненої чи віртуальної реальності в змішаному навчанні, то слід зазначити [270]:

1. Візуалізація навчального матеріалу та урізноманітнення навчального процесу. Абстрактні теми та поняття стануть більш цікавими та зрозумілими. Особливо якщо ця частина матеріалу відведена на дистанційну чи самостійну роботу. Адже більшість помилок учні допускають, коли не до кінця їм зрозумілі всі властивості об'єкта чи предмета, що вивчають на даний момент. Плоске зображення не можна тримати в руках чи розглянути з усіх боків. Ширші можливості для опанування складних тем відкривають засоби доповненої та віртуальної реальності [270].

2. Організація групової чи проєктної роботи. При цьому це буде не формалізований розподіл на групи чи мікрогрупи учнів класу, але повноцінна командна робота. В даному випадку результат виконання певних завдань залежить від кожного учасника. А вчитель виступає в ролі тьютора, наставника та керівника команди (очільника) та є повноцінним членом групи учнів [270].

3. Використання найсучасніших технологій. Технології доповненої та віртуальної реальності слід використовувати в тих випадках де зрозуміти навчальний матеріал найскладніше. При цьому заздалегідь слід організувати усі можливості їх використання. Навчальний матеріал має бути доступний кожному учневі, безкоштовним та зрозумілим. Використання додатків швидким та організованим для кожного учня класу [270].

4. Додаткові засоби оцінювання навчальних досягнень. Самостійну роботу, контрольну чи тестове завдання можна організувати з використанням доповненої чи віртуальної реальності (наприклад у вигляді квесту чи виконання завдань в ігровій формі). Подібний формат є новим цікавим та заохочує до пізнання додаткових фактів, більш глибокого опанування теми навчального предмету [270].

По мірі впровадження цих та інших форм нових технологій в освіту, змішані варіанти навчання будуть продовжувати розширюватися, призводячи до формування класу майбутнього [270]. І це переконливо, оскільки новітні технології мають потенціал збагатити освіту.

Отже, в умовах цифрової трансформації освіти України застосування цифрових технологій в освітньому процесі відкриває широкі перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. А орієнтація закладів освіти на сучасні освітні тренди сприятиме підвищенню мотивації учнів та студентів до навчання, зокрема, розвитку їх цифрової та дослідницької компетентності [270].

Технології віртуальної, доповненої та змішаної реальності мають великий спектр впливу на сприйняття людиною оточуючого світу, зокрема, використання зазначених вище технологій значно збагатить освітній процес,

вони сприятимуть формуванню в учнів та студентів цифрової та дослідницької компетентності [270].

Використання технологій доповненої та віртуальної реальності надає учням нові можливості і перспективи, орієнтовані на здобуття практичних навичок, сприяє розвитку та самоосвіті кожного учня, надає їм можливість отримати найновіші знання, практичне навчання для подальшої професійної діяльності. Застосування технологій AR та VR наближає науку до життя, відтворює реальні життєві ситуації, допомагає створити штучно простори для невирішених проблем. Це створює нові можливості для оволодіння практичними навичками, надає досвід досліджень, робить вивчення яскравим процесом, унеможлиблює відволікання від навчання та підвищує мотивацію до навчання, допомагає краще зрозуміти комплекс поняття, визначення, теореми, властивості, які мають учні під час засвоєння окремих тем [270].

Певні проблеми можуть бути вирішені завдяки підвищенню якості освітнього процесу, в тому числі із застосуванням методів доповненої реальності.

Можливі шляхи використання доповненої реальності [270]:

- необхідність трансформації дорогих технологій у бюджетні варіанти, придатні для смартфонів і простих комп'ютерів;

- технології доповненої реальності повинні бути спрямовані на набуття навичок, передачу та контроль знань.

Ще до вивчення інформатичних дисциплін навчання основ програмування можливе безпосередньо в рамках інших дисциплін, зокрема це стосується методів та концепцій, що використовуються на практиці. Можна розглянути як один з шляхів інтегрування практичних вправ з програмування в інші предмети, що зорієнтовані скоріше на концептуальному рівні, ніж на чистому програмуванні, так що учні пізнають глибше конкретні обчислювальні методи та концепції. Бажано, щоб у процес навчання інформатичних дисциплін одне з провідних місць було відведено груповій роботі учнів зі спільним завданням, що дозволить учням вчитися одне на одному та один з одним. Що стосується колективної структури, то загальнодоступність є ключовим принципом для навчання в сучасному закладі загальної середньої освіти. Адже загальнодоступність є одним з принципів відкритої освіти та відкритої науки, що наразі широко впроваджується у вищу освіту України. Спільна робота над однією задачею створить атмосферу, в якій спільне навчання є невід'ємною складовою повсякденної практики в навчальному середовищі [291].

Крім того учні, науковці та вчителі є суб'єктами одного інформаційного середовища ЗЗСО, які є рівноправними членами спільноти

(користувачі), що розвивається, без певної ієрархічної структури. Однак, на практиці, у сучасних ЗЗСО існує чітка формальна ієрархія. Тому питання взаємозв'язків між користувачами інформаційного середовища постає досить гостро [291]. Оскільки насправді різниця між вчителями та учнями є досить однозначною, управління в цифровому середовищі пов'язане зі структурною ієрархією. Вчителям потрібно не лише викладати зміст дисципліни. Їх завдання також підтримувати існуючу конфігурацію інформаційного середовища (принаймні змістово), що змінюється, а також консультувати учнів у разі виникнення технічних проблем. Однак слід зазначити, що в цифровому середовищі взаємозв'язки об'єднують усіх користувачів: учнів, вчителів та науковців [285].

Прослідковуються також дві проблеми в міждисциплінарних зв'язках. По-перше, учні що вивчають на профільному рівні соціальні та природничі науки важче сприймають матеріал, що стосується інформаційної грамотності та мають певні труднощі з виконання завдань обчислювального характеру. Учні що вивчають на профільному рівні гуманітарні науки часто демонструють певну дистанцію щодо прийняття обчислювальних підходів загалом [291]. По-друге, різноманітність обчислювальних систем, методів та концепцій ускладнює прозорість, порівняння, відтворюваність та передачу досягнутих результатів. Більше того, враховуючи таке розмаїття сервісів для обчислення, практично неможливо розробити єдині методичні стандарти викладання. Тому потрібні не лише курси підвищення кваліфікації для вчителів щодо вивчення інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), а й необхідно інтегрувати навчальні комп'ютерні системи та системи для проведення досліджень (спеціалізовані, для науковців). Цей підхід допоможе посилити наукову складову підготовки учнів не лише гуманітарного профілю, але й технічного профілю. Крім того, такий інтегруючий механізм повинен сприяти розвитку спільноти учнів та науковців в межах єдиного інформаційного простору. Єдине цифрове середовище відповідає поставленим завданням і пропонує такі інтегруючі інструменти [291].

Наука – це спільна діяльність за визначенням. Дослідження, як правило, проводяться кількома вченими, що працюють разом, і ця ідея постійно підтверджується в останні роки. Більше того, експерименти все частіше проводяться в хмарних сервісах чи з використанням хмарних платформ, що передбачає використання належних інструментів підтримки експериментальної діяльності. Системи управління робочими процесами та інструменти на основі сценаріїв є популярними способами проведення експериментів, але ці інструменти не завжди підтримують ідею співпраці групи науковців. Навіть рішення, спрямовані на спільні експерименти, не

завжди відповідають потребам користувачів. Інструментарій хмарних сервісів часто зосереджений на виконанні обчислень і співпраці в межах одного середовища приділяється недостатньо уваги [291]. Якщо ж в межах хмаро орієнтованого середовища наявна функція управління робочим чи навчальним процесом, то групова робота розглянута недостатньо, в рамках вирішення конкретної педагогічної проблеми. Тому дослідження було спрямоване в першу чергу на аналіз доступного інструментарію, що спрямований на виконання групових завдань учнями, спільними дослідженнями та відкритого доступу до результатів досліджень. Проведення експерименту групою учнів, науковців, вчителів наукових ліцеїв це скоріше виклик сьогодення. Є нагальна потреба визначити кожен аспект співпраці групи учнів, вчителів та науковців. Аналіз має базуватись на дослідженні сучасних проблем в даній галузі та за даним напрямком. Зокрема, вирішення певної частини окреслених проблем можливе за рахунок використання інструментарію хмарного сервісу як засобу відкритої науки [291].

SAGE – це алгебраїчна комп'ютерна система з відкритим кодом. Він використовувався в більшості досліджень для питань пов'язаних з алгеброю та геометрією [291]. Однак хмарний сервіс з відкритим кодом удосконалився за останні роки, і тепер він підтримує спільну роботу, використання Python, R, Jupyter та LaTeX та ін. Крім того, хмарний сервіс CoCalc дозволяє викладачам налаштувати середовище LMS. Програмування, використання LaTeX, імітація – це нові навички в галузі математики, і подібні середовища сприяють їх розвитку [285].

У роботі S. Klavmann, N. Dahmen та U. Seifert [267] представлено окреме тематичне дослідження щодо еволюції цифрового середовища навчання та досліджень на кафедрі музикознавства Кельнського університету. Він охоплює 14 семінарів у період з 2016 по 2020 рік [291]. Зокрема, в дослідженні розглянуто розвиток технологічної конфігурації як цифрового середовища та розробку навчальної програми, яка складається з навчальної практики з цифрової грамотності та містить міждисциплінарні зв'язки [267].

Науковці Francisco Zampirolli Fernando Teubl та Batista Valério Ramos досліджували MEGUA (Mathematics Exercise Generator, Universidade Aveiro) 2 – програмне забезпечення з відкритим кодом, яке дає змогу створювати банки даних параметризованих запитань з їх відповідними відповідями в LATEX. Воно працює з математичним програмним забезпеченням CoCalc, що використовує мову програмування Python [341]. Банки даних запитань називаються «Книги» і будуються в PDFLatex (для друку) або HTML і MathJAX (для веб-публікацій) [341]. Розробка питання, по

суті, відбувається безпосередньо з використанням інструментарію CoCalc. Цей процес складається з трьох кроків [291]:

1. На новому аркуші створюється комірка для імпорту всієї бібліотеки MEGUA та відкривають / створюють банк даних, в якому будуть зберігатися запитання [291].

2. Код питання вводиться в іншу комірку, яка складається з тексту в LATEX та коду на Python. Блок написаний мовою LATEX розділено на розділи (каталогізація та опис вправи), «% проблеми» (назва та постановка питання) та «% відповіді» (її вирішення) [291]. CoCalc завершить частину обчислень, яка містить дві функції: генерує випадкові значення для оператора та обчислює правильний розв'язок та надає іншим можливість множинного вибору.

3. Результатом виконання цієї комірки є два файли, один у форматі PDF, а інший у вигляді тексту [159].

Існує також ресурс для додавання параметризованих графіків до завдань, однак MEGUA не оснащений автоматичною корекцією параметричних питань у друкованому вигляді, функцією для оцінки сотень користувачів [291].

Мережна система комп'ютерної математики (Web-СКМ) SageMath є одним з етапів розвитку хмаро орієнтованого середовища CoCalc (режими доступу: socalc.com). Найвний інструментарій web-СКМ SageMath версії 4.6 (останньої версії, що передувала появі CoCalc, ще раніше SageMathCloud) не був достатнім для організації усіх видів навчальної діяльності за умов дистанційного навчання або його елементів [160]. При цьому доводилося або організовувати навчання або із залученням двох систем – Web-СКМ SageMath та будь-якої системи підтримки дистанційного навчання, наприклад Moodle, або здійснювати їх інтеграцію [321]. Перший спосіб виявився незручним ані для вчителів, ані для учнів, другий спосіб – продовжує набувати масового застосування [321], проте і він, з появою та удосконаленням CoCalc, може втратити актуальність [291].

Повний перелік складових CoCalc поточної версії можна отримати за використання команди `$sudo dpkg --get-selections`.

Слід відмітити, що одні програмні засоби (структурні компоненти CoCalc) доступні користувачу явно як вбудовані хмарні сервіси, інші – використовуються системою неявно [291].

Тобто можна виокремити наступне програмне забезпечення, що скомпоноване в єдине хмарне середовище CoCalc [291].

SageMath – математичне програмне забезпечення з відкритим кодом.

Це безкоштовна система математичного програмного забезпечення з відкритим кодом, ліцензована згідно з GPL. Він базується на багатьох існуючих пакетах з відкритим кодом: NumPy, SciPy, matplotlib, SymPy, Maxima, GAP, FLINT, R та інших. Доступ до їх потужностей можна отримати за допомогою узагальненої мови на основі Python або безпосередньо через інтерфейси або оболонки [291].

Проект R – програмне забезпечення статистики з відкритим кодом [291].

R – це інтегрований набір програмних засобів для обробки даних, обчислення та графічного відображення. Крім усього іншого [291]:

- ефективна система обробки та зберігання даних,
- набір операторів для обчислення масивів, зокрема матриць,
- великий, послідовний, інтегрований набір проміжних інструментів для аналізу даних,
- графічні засоби для аналізу та відображення даних безпосередньо на комп'ютері або у друкованому вигляді;
- добре розроблена, проста та ефективна мова програмування (що називається «S»), що включає умовні умови, цикли, визначені користувачем рекурсивні функції та засоби введення та виведення. (Дійсно, більшість функцій, що постачаються системою, самі написані мовою S.) [291].

Термін «середовище» покликаний охарактеризувати його як повністю сплановану та узгоджену систему, а не як поступове удосконалення специфічних та негнучких інструментів, як це часто буває з іншими програмами для аналізу даних [291].

R – це в значній мірі засіб для нових методів інтерактивного аналізу даних. Він швидко розвивався і поширювався великою колекцією пакетів. Однак більшість програм, написаних на R, написані для одного фрагменту аналізу даних [291].

Науковий Python – тобто Statsmodels, Pandas, SymPy, Scikit Learn, NLTK та багато інших. Забезпечує [291]:

- Обробку даних (моделювання, контроль експерименту),
- Маніпуляції та обробку даних,
- Візуалізація результатів для швидкого аналізу, однак із високоякісними показниками для звітів чи публікацій [291].

Julia – мова програмування для числових завдань.

Julia була розроблена з самого початку для високої продуктивності. Програми Julia компілюються для ефективного власного коду для декількох платформ через LLVM.

Julia відтворюється на динамічному рівні, є мовою сценаріїв та має гарну підтримку для інтерактивного використання [291].

Відтворювані середовища дають можливість відтворювати одне і те ж середовище Julia щоразу, на різних платформах, із заздалегідь побудованими двійковими файлами [291].

Julia використовує багаторазове відправлення як парадигму, що полегшує вираження багатьох об'єктно-орієнтованих та функціональних зразків програмування. Забезпечує асинхронні введення-виведення, метапрограмування, налагодження, ведення журналів, профілювання, менеджер пакетів тощо. Можна створити цілі програми та мікросервіси в Julia [291].

Julia – це проект з відкритим кодом, в якому працюють понад 1000 авторів. Він надається в рамках MIT.

GNU Octave – наукова мова програмування, багато в чому сумісна з MATLAB.

– Потужний математично-орієнтований синтаксис із вбудованими двовимірними / тривимірними інструментами побудови та візуалізації [291].

– Безкоштовне програмне забезпечення, працює на GNU / Linux, macOS, BSD та Microsoft Windows. Сумісний із багатьма сценаріями Matlab.

Tensorflow – бібліотека програмного забезпечення з відкритим кодом для машинного інтелекту [291].

TensorFlow – це комплексна платформа з відкритим вихідним кодом для машинного навчання. Він має комплексну гнучку екосистему інструментів, бібліотек і ресурсів спільноти, яка дозволяє дослідникам просувати новітні досягнення в області машинного навчання, а розробникам легко створювати і розгортати додатки на основі машинного навчання [291].

LaTeX – високоякісна програма текстових документів.

LaTeX – це макросистема, побудована на базі TeX, яка має на меті спростити її використання та автоматизувати багато загальних завдань форматування. Це фактичний стандарт для академічних журналів та книг, і він пропонує одне з найкращих безкоштовних програм для типографії, які може запропонувати [291].

GNU / Linux – набір операційних систем та утиліт.

CoCalc пропонує широку колекцію програмних середовищ та бібліотек. Встановлено 1267 пакетів Python, 4472 пакети R, 447 бібліотек Julia та понад 243 файли [291].

Основні середовища програмування [291]:

– Anaconda 2020 (Py3): розподіл Anaconda 2020.02 Python 3. Виберіть ядро з «Anaconda 2020» у блокнотах Jupyter або запустіть «anaconda2020» у терміналі.

– Julia: Загальносистемне середовище Julia.

– Octave: Мова наукового програмування GNU Octave.

– Python 2: Стандартне загальносистемне середовище Python 2.

– Python 3: Стандартне загальносистемне середовище Python 3.

– Проект R: «офіційний» розподіл R від проекту R.

– SageMath (Py 3): середовище Python усередині загальносистемного екземпляра SageMath [291].

– Розподіл R: R SageMath у SageMath. Почніть через «R-sage» або виберіть відповідне ядро.

Оснащеність CoCalc прикладними сервісами спеціального призначення надає можливість організувати комп'ютерно орієнтоване навчання класичних математичних дисциплін, таких як «Лінійна алгебра та числові системи», «Аналітична та диференціальна геометрія», «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей та математична статистика» тощо, наявні інструментальні сервіси – на підтримку вивчення інформатичних дисциплін, зокрема «Програмування», «Теорія кодування», «Криптографія», «Комп'ютерна графіка» тощо [291].

Як спеціальні прикладні, так і інструментальні сервіси можуть бути успішно використані на підтримку вивчення так званих інформатично-математичних дисциплін – «Чисельні методи/Методи обчислень/обчислювальна математика», «Дискретна математика», «Дослідження операцій», «Математичне програмування» тощо [291].

Можна звичайно запропонувати альтернативу CoCalc – Jupyterhub та Zoom. Однак, вони не включають можливість синхронної співпраці з іншими членами спільноти в текстовому файлі, хоча Zoom має базову функцію чату в режимі реального часу. Звичайно, можна запропонувати інтегрувати гіперконтекст Markdown у конфігурацію завдяки використанню Jupyter Notebook видався ідеальним рішенням для того, щоб забезпечити можливість спільної роботи в текстовому документі на основі браузера в режимі реального часу з використанням Zoom, наприклад на семінарах [291]. Крім того, файли Markdown, створені за допомогою HackMD, будуть доступні учням у будь-який час і, використовуватимуться для нотаток під час проведення семінару. Таким чином можна створювати спільні документи, які реалізують синхронні та асинхронні дискусії. Крім того, HackMD надасть засоби документування групових сесій роботи таким чином, щоб було легко поділитися з іншими користувачами. В такий спосіб можна створити

шаблони для курсів, що будуть використовуватись в подальшому для нотаток, обговорення тем семінару позааудиторно. Наразі щодо спільного програмування в режимі реального часу Jupyterlab не дозволяє співпрацювати в реальному часі через технічні обмеження [291].

CoCalc пропонує спільні обчислювальні можливості невеликим групам користувачів. Він також включає основні функції чату та відеоконференцій. Інструментарій CoCalc підтримує учнівські проекти та групові завдання, які вимагають синхронного спільного виконання завдань з інформатичних та математичних дисциплін [291]. Оскільки CoCalc також базується на Jupyter Notebook, інтеграція з окремими робочими областями буде виконано без перешкод, оскільки користувачі однієї групи зможуть легко переносити окремі файли між CoCalc як в спільну робочу область та у власний, приватний примірник Jupyterlab. Використовуючи розширену конфігурацію із Zoom, HackMD та CoCalc, семінарські заняття можна організувати повністю дистанційно [267].

Загалом, ця конфігурація є хорошою відправною точкою для подальшої еволюції цифрового середовища та управління групою учнів для підвищення цифрової грамотності у сфері міждисциплінарних досліджень та викладання інформатичних та математичних дисциплін [291]. Для оцінки хмарного середовища слід враховувати як можливості учня, так і взаємодію з ними, а також успіх у досягненні міждисциплінарних цілей навчання та рівень обговорення змісту, досягнутий на семінарських заняттях. Хмарний сервіс CoCalc можна рекомендувати групам учнів усіх профілів та вчителям різних предметів. Використання однієї хмарної платформи має певні переваги: це допоможе сформуватись та регулярно проводити зустрічі для обговорення сучасних обчислювальних підходів у міждисциплінарних дослідженнях. Це формує цифрове середовище учнів, вчителів та науковців, що розвивається, що виходить за рамки щотижневих семінарів. З точки зору викладання, семінари проведені в рамках одного тематичного дослідження підтверджують потенціал спільного інформаційного середовища для викладання обчислювальних міждисциплінарних досліджень [291]. Так, учні з обмеженим досвідом програмування або відсутністю попереднього досвіду програмування протягом дистанційних семінарів зможуть повністю вивчити основи програмування на Python і отримати навички обговорення та впровадження обчислювальних моделей на високому рівні [267].

Еволюція конфігурації цифрового середовища демонструє чіткий прогрес, який тісно пов'язаний із вимогами педагогічних та методичних практик в рамках ЗЗСО, що розвивається, учнів та науковців. Таким чином, отримана конфігурація для введення обчислювального мислення та цифрової

грамотності складається з наступних інструментів, що підтримують необхідні функції в єдиному цифровому середовищі [291]:

– Блокнот Jupyter, який обслуговується через Jupyterhub, забезпечить основне середовище для нотаток, програмування та роботи з обчислювальними методами та концепціями без необхідності локальної установки та обслуговування [291].

– GitHub, GitHub Pages та GitHub Classroom використовуватимуться для забезпечення можливості відстеження версій файлів, створення веб-сайту курсу як альтернативного каналу комунікації та підтримки логістики видачі та подання курсових завдань [291].

– Zoom забезпечить засіб для інтерактивного синхронного соціального спілкування при дистанційному та очному навчанні.

– HackMD використовується для синхронного спільного написання гіпертекстових документів [291].

– CoCalc забезпечує спільне програмування в режимі реального часу на базі Jupyter Notebook.

Описуючи основні характеристики та складові CoCalc слід проаналізувати і проблему крайових обчислень (базові поняття). Адже аналіз даної тематики на базовому рівні допоможе краще зрозуміти архітектуру та технічну складову CoCalc.

Крайові обчислення приймають децентралізовану модель, яка наближує можливості хмарних обчислень до обладнання користувача з метою зменшення затримки обчислень. На рис. 3.1 показано модель, що поєднує використання хмарних обчислень та крайових обчислень одночасно. Крайові обчислення можуть працювати як однокomp'ютерна платформа, так і спільна платформа разом з іншими компонентами, включаючи хмару [255]. Крайові обчислення необхідні, оскільки традиційні моделі хмарних обчислень не підходять для високо інтерактивних програм, що вимагають обчислювальних витрат і мають високі вимоги до якості обслуговування, включаючи низьку затримку та високу пропускну здатність. Хмарна система може розташована локально відділена від пристроїв користувачів, що також збільшує споживання енергії. Іншими словами, хмарні сервери типово розташовані в базовій мережі, а крайові сервери їх хмари розташовані на краю мережі [255]. Іноді мінімальна наскрізна затримка для доступу до хмари перевищує 80 мс, що ускладнює та уповільнює роботу з хмарою. Крайові обчислення задовольняють вимоги 5-міліметрової додаткової мережі до мілісекунд і зменшують споживання енергії, що обумовлює до п'яти разів менші витрати енергії порівняно з доступом до хмари.

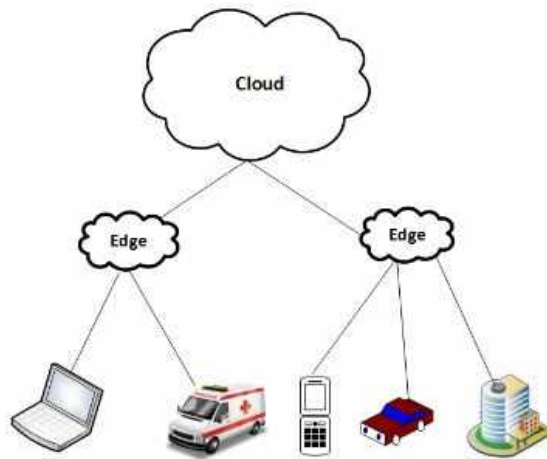


Рис. 3.1. Модель гібридного поєднання крайових та хмарних обчислень [255]

Крайові обчислення мають такі основні [255] характеристики:

1. Низька затримка обчислень надає перевагу крайовим обчисленням, що зменшує затримку відповіді (або час зворотного зв'язку), яку зазнають пристрої користувачів під час доступу до традиційної хмари. Затримка відповіді від хмари спричиняє:

а) затримку комунікації, яка залежить від швидкості передачі даних;

б) обчислювальну затримку, яка залежить від часу виконання обчислень;

в) затримку розповсюдження, яка залежить від місцезнаходження користувача. Як правило, у хмарних обчисленнях наскрізна затримка перевищує 80 мс (або 160 мс для затримки відповіді). Це є значною затримкою у використанні віртуальної реальності.

2. Відомо місцезнаходження користувача, що допомагає крайовим серверам збирати та обробляти дані, що надходять від пристроїв користувачів на основі їх фізичного розташування. Це забезпечує фіксацію базового розташування та персоналізованого надання послуг для пристрою користувача, завдяки чому крайові сервери можуть збирати дані, що генеруються джерелами, у безпосередній близькості, не надсилаючи їх до хмари.

3. Крайові сервери мають інформацію про технічні властивості мережі, зокрема технічні характеристики отримані в реальному часі (наприклад, навантаження трафіку в осередку мережі та інформацію про мережу радіодоступу) та інформацію про пристрій користувача (наприклад, розподілену пропускну здатність та місцезнаходження). Інформація дозволяє крайовим серверам адаптуватися та реагувати на умови мережі та користувацьких пристроїв, а згодом також оптимізувати використання

ресурсів мережі. Це допомагає крайовим серверам обробляти величезну кількість трафіку для покращення зв'язку. Персональна інформація користувача може також використовуватися для надання конкретних послуг потокам трафіку з метою задоволення індивідуальних вимог користувачів.

Тож як практично представлені в CoCalc «крайові обчислення»? В хмарній системі існує таке поняття як «хостинг учасників».

Існує два типи проектів в CoCalc: «пробні (безкоштовні) проекти» та «проекти-учасники». Пробні проекти працюють на завантажених комп'ютерах, що мають один і той же вузол з багатьма іншими проектами та системними завданнями. Ці вузли можуть також у будь-який час зупинитися, що призведе до того, що поточний проект перериватиме роботу та призведе до перезапуску.

Проекти, що приймаються членами, переносяться на менш завантажені машини, які зарезервовані лише для користувачів, що переплатили одну із запропонованих ліцензій (тарифних планів) і не перезапускаються щодня. Кластер динамічно масштабується з урахуванням різної кількості проектів-членів.

Робота в проектах, що приймаються членами, відчувається набагато плавніше, оскільки команди виконуються швидше з меншою затримкою, а важкі операції процесора, пам'яті та вводу-виводу працюють швидше.

За замовчуванням безкоштовні проекти припиняють роботу приблизно через 30 хвилин бездії. Це робить обчислення досить тривалими за часом.

Існує розширена опція ліцензії, щоб повністю запобігти простою в режимі очікування. Процеси все одно можуть зупинитися, якщо вони використовують занадто багато пам'яті, аварійно завершують роботу через виняток або перезавантажують сервер, на якому вони працюють.

Тобто для користувачів, які переплатили один із запропонованих тарифних планів є більше можливостей використання крайових обчислень.

Окрім цього наявна можливість змінити в безкоштовному тарифному плані (за замовчуванням) Hub server, натиснувши кнопку «Reconnect» (рис. 3.2). В певній мірі дане налаштування теж можна розглядати як практичне використання «крайових обчислень».

Окрім цього слід згадати про Big Data. Складність виникає з декількох аспектів життєвого циклу Big Data, таких як збирання даних, зберігання їх на хмарних серверах, очищення та інтеграція даних. Але крайові обчислення вирішують цю проблему, що є суттєвим моментом для роботи в CoCalc.

Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) була схвалена рішенням колегії Міністерства освіти і науки України № 3/1-7 ще 22.03.2018. Пріоритет 5 містить підпункт, в якому

зазначено про подальші напрями розвитку відкритої науки в Україні. Відкрита наука означає відкриття процесу дослідження шляхом оприлюднення всіх його результатів та способу досягнення цих результатів, загальнодоступних у мережі Інтернет.

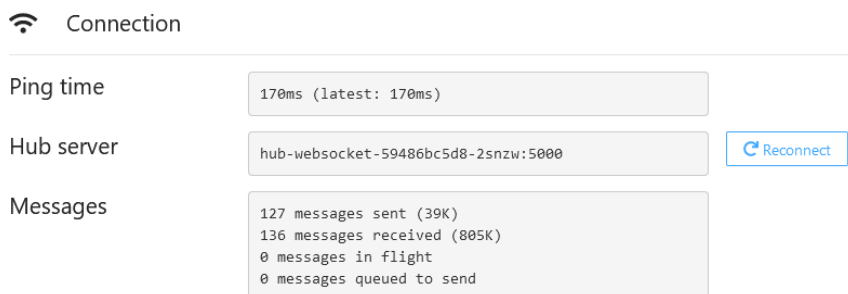


Рис. 3.2. Спливаюче вікно налаштувань «Connection»

Практичним використанням парадигми відкритої науки є [194]: представлення навчальних матеріалів у відкритому доступі (даних, програми заходу, конспектів, протоколів засідань, дидактичних матеріалів, файлів аналізу даних); публікації матеріалу у виданні, що є загальнодоступним; вільне розповсюдження та поширення навчальних, наукових матеріалів та даних (як приклад завантаження матеріалу до відкритого репозитарію).

Якщо розглянути принципи відкритої науки, то на думку М. П. Шишкіної це [194]:

- відкритий доступ до наукових джерел;
- відкритий доступ до електронних ресурсів, що використовувалися під час дослідження;
- вільний доступ до масиву даних, одержаних під час проведення педагогічного експерименту;
- відкриті е-інфраструктури.

Загальним прикладом відкритих джерел є велика кількість відкритих вихідних віртуальних середовищ навчання, що використовуються в академічному середовищі. В даному напрямку найяскравішим прикладом є Moodle, завдяки його широкому використанню в навчальних закладах.

Як наслідок впровадження в Україні норм відкритої науки повинно призвести до більшого обміну, підзвітності, відтворюваності та надійності наукових матеріалів та вплинути на процес навчання в цілому. У процесі дослідження вітчизняного та зарубіжного досвіду були виявлені такі переваги використання хмарних сервісів математичного призначення: економія ресурсів; мобільність доступу; еластичність [291].

Запровадження хмарних платформ і сервісів в освітній процес приводить до появи та розвитку форм організації навчання та наукових

досліджень, орієнтованих на спільну навчальну діяльність, створюється більше можливостей для здійснення навчальних і наукових проєктів [291]. Методи і підходи відкритої науки справляють значний вплив на освітній процес. Ураховуючи вищезазначені переваги хмаро орієнтованих засобів у навчанні математичних дисциплін, а також перспективи впровадження у навчальний процес хмарного сервісу CoCalc, що є вільнопоширеним і в той же час досить потужним, щоб забезпечувати досягнення цілей навчання, предметом дослідження було обрано застосування цього сервісу, як можливого компонента хмари відкритої науки.

CoCalc – це хмарний сервіс, віртуальний робочий простір для виконання обчислень, досліджень, співпраці та для створення документів [341], який містить хмарне сховище, де вчені можуть обмінюватися файлами зі своїми колегами. Сюди входять аркуші Jupyter, де кілька вчених можуть одночасно редагувати сценарії в режимі реального часу [291].

CoCalc [341] підтримує підфази запиту, виявлення та візуалізації. Це дозволяє вченим запитувати результати експерименту та його історію, окрім інших даних. Користувачі можуть також візуалізувати результати за допомогою аркушів і бібліотек Jupyter, таких як matplotlib [291]. Вони також можуть використовувати чати, щоб обговорити експеримент та його етапи.

У цьому хмарному сервісі [341] все середовище експерименту базується на принципі роботи хмари. Всі зміни вносяться безпосередньо в хмарі та синхронізуються з браузером користувачів в Інтернеті – блокування немає.

CoCalc [341] дозволяє спільно використовувати велику різноманітність файлів, включаючи скрипти різними мовами програмування. Інструментарій хмарного сервісу дозволяє обмінюватися документацією, яка може допомогти вченим краще зрозуміти, що було зроблено в рамках проведення експерименту, та допомогти їм краще використовувати спільні дані та сценарії [291].

Хмарний сервіс [341] надає можливість зберігати взаємодію користувачів за допомогою журналу (хронологія), що виконуються науковцями, але це нагадує більше неструктуровану інформацію, яку важко відтворити [291].

Незважаючи на те, що хмарний сервіс повністю готовий до використання в дослідженнях [341] він потребує постійного підключення до мережі Інтернет, щоб працювати. Робота з сервісом можлива безпосередньо через браузер, що може викликати певні труднощі під час заміни робочої області, інструментів та середовищ розробки, до яких звик вчений. Можна запускати код з середовища CoCalc, але цей спосіб відрізняється від запуску

файлів з пристроєм вченого. Існують і певні обмеження щодо використання безкоштовного акаунту хмарного сервісу. Ще одна проблема, про яку варто згадати, полягає в тому, що CoCalc не фіксує належним чином всі етапи експерименту. Він надає такі функції, як «подорож у часі» та «журнал», що дозволяють користувачам бачити історію зміни файлів та активності учасників проекту. Але ці дані не можуть бути в повному обсязі деталізовані тому будуть недостатніми, щоб гарантувати відтворюваність експерименту [291].

Наведена хронологія розвитку конфігурації можливостей використання в навчальних програмах інформатичних та математичних дисциплін чітко демонструє створення та адаптацію цифрового середовища на основі конкретних потреб та практичних завдань групи учнів, вчителів та дослідників у міжпредметних дослідженнях і навчальному процесі. Оскільки цифрове середовище постійно розвивається, дослідження не можна вважати вичерпаним. Маємо намір інтегрувати конфігурацію CoCalc та навчальні програми окремих дисциплін ЗВО для глибшого розуміння навчального матеріалу та розширення засобів формування професійних компетентностей майбутніх фахівців різних галузей освіти та науки. Для розширення можливостей учнів організації та виконання колективної роботи шляхом реалізації спільного проектного завдання [267]. Отже, за умови використання хмарного сервісу поліпшаться показники наукових досліджень, освітній процес стане більш відкритим, наближеним до потреб людини, більш насиченим та актуальним змістом.

Беручи до уваги зростаючу популярність вільно поширюваних програмних засобів та широкий спектр системних, прикладних та інструментальних сервісів CoCalc, слід відмітити, що потребують напрацювання навчально-методичні матеріали щодо їх використання під час навчання інформатичних та математичних дисциплін.

Застосування хмарних сервісів призводить до появи та розвитку форм організації навчання, орієнтованих на спільну навчальну діяльність в мережі Інтернет. Хмарні сервіси у навчанні вчителів математики доцільно використовувати як засоби для: комунікації; співпраці; зберігання та опрацювання даних, що і стане предметом подальших досліджень. Пропонуємо включити педагогічні дослідження хмарних засобів навчання математики в предметне поле хмари відкритої науки. Доцільно подальші дослідження зосередити на поширенні підходів відкритої науки на процес навчання вчителів математики.

Для реалізації другого етапу дослідження та апробації описаної методики було розроблено дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої

науки для освітян», який було впроваджено в межах сертифікатної освітньої програми «Інформаційні системи та хмарні технології в освітньому процесі» (табл. 3.2) [15].

**Таблиця 3.2. Програма дистанційного курсу
«Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» [15]**

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

Загальний обсяг кількості годин дистанційного курсу – 15 год (табл. 3.3). Як видно з таблиці курс охоплює чотири теми, серед яких 4 лекції та 3 практичних заняття. Також, відповідно до програми дистанційного курсу була запланована зустріч онлайн на той час, коли учасниками курсу опановувалась третя тема. Подібна зустріч була обов'язковою, оскільки дві останні теми можна вважати найскладнішими, оскільки практична робота спрямована на опанування навичок роботи з хмарними сервісами, що не локалізовані.

**Таблиця 3.3. Зміст дистанційного курсу
«Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» [15]**

№ з/п	Назва теми/вид роботи	Зміст	Кількість годин
1.	Вступ. Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ	Основні етапи наукового дослідження. Використання ІКТ на кожному етапі наукового дослідження.	2,5
2.	Сервіси спільної роботи над навчальними проектами, а також спільного опрацювання даних у ході роботи над проектом	Сервіси спільного опрацювання даних. Сервіси спільної роботи над навчальними проектами. Сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи.	4
3.	Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі	Хмара відкритої науки та класифікація її сервісів. Додавання окремого сервісу. Створення власного проекту.	5
4.	Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки	Спеціалізовані хмарні сервіси та їх різновиди. CoCalc, як засіб впровадження відкритої науки. Основи роботи з хмарним сервісом CoCalc	4,5

Крім того, учасники курсу вже половину тем опанували, в них з'явилися типові питання, що вимагали відповідей, уточнень та роз'яснень. Питання були як організаційного характеру, так і за лекційним матеріалом [15].

Завдання дистанційного курсу [15]:

- ознайомлення з основними етапами наукового дослідження;
- вивчення ІКТ задля подальшого використання на кожному етапі наукового дослідження [15];
- ознайомлення з сервісами спільного опрацювання даних та сервісами спільної роботи над навчальними проектами;
- формування умінь використовувати сервіси відеоконференцій задля організації спільної роботи [15];

- вивчення структури хмари відкритої науки та класифікації її сервісів;
- опанування навичок роботи зі спеціалізованими хмарними сервісами, як інструментами відкритої науки.

У результаті вивчення даного дистанційного курсу учасник повинен [15]:

знати:

- означення понять: сервіс, система, хмарний сервіс, відкрита наука;
- основні переваги використання хмарних сервісів;
- основні етапи наукового дослідження;
- спеціалізовані хмарні сервіси (як засіб впровадження відкритої науки)

та їх різновиди [15];

- сервіси спільного опрацювання даних;
- сервіси спільної роботи над навчальними проектами;
- сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи;
- структуру хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів [15];
- етапи створення проекту в хмарі відкритої науки та додавання окремих сервісів.

уміти [15]:

- аналізувати, оцінювати та обирати ІКТ для кожного етапу наукового дослідження;

- використовувати сервіси відкритого доступу до наукових матеріалів;
- виконувати пошук наукових публікацій всіх форматів і дисциплін;
- володіти основами роботи зі спеціалізованим хмарним сервісом;
- застосовувати сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи [15];

- розробляти власний проект з використанням інструментарію хмари відкритої науки;

- додавати окремі сервіси до проекту хмари відкритої науки.

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

Практичне завдання з теми: «Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі» (зразок)

1. Зареєструйтесь в хмарі відкритої науки.
2. Додайте декілька (принаймні 2) окремих сервіси.
3. Створіть власний проект.
4. Перейдіть на сторінку власного проекту та зробіть скріншот з переліком заявок на декілька сервісів (принаймні 2).
5. Зайдіть у Classroom, виберіть відповідне завдання, зайдіть у нього натиснувши «Переглянути завдання», створіть малюнок, вставте скопійований скріншот.
6. Після виконання всіх кроків натисніть кнопку «Здати».

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

У виступі Л. С. Мандзій [79], заступниці Міністра освіти і науки України, було розкрито основні можливості підвищення кваліфікації педагогічних працівників. До основних змін професійного розвитку педагога віднесено вільний вибір педагогічними працівниками семінарів, тренінгів, практикумів, вебінарів в межах програми підвищення кваліфікації. Відтак, серед напрямів підвищення кваліфікації було вказано [94]: використання інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій; формування та підвищення професійних компетентностей, опанування новітніх технологій. В зв'язку зі змінами підвищення кваліфікації освітян, зокрема вчителів, постає проблема в розробці нових методик, які б змогли охопити принаймні вказані два напрями підвищення кваліфікації. О. В. Коротун в своєму дослідженні [57] зробила висновок, що використання хмаро орієнтованих систем має величезний потенціал у навчанні, зокрема у навчанні майбутніх вчителів інформатики. Однак, методик використання хмаро орієнтованих систем недостатньо. Якщо за 2018 – 2021 рр. ситуація з впровадження та використання хмаро орієнтованих систем покращилась [21, 13, 66], то використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки потребують подальшого розроблення, зокрема у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

В зв'язку із запровадженням карантинних заходів спричинених розповсюдженням COVID-19 в 2020 – 2021 рр. в більшості шкіл України було впроваджено дистанційну форму навчання. Організація дистанційної форми навчання можлива за рахунок використання інструментів хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Незважаючи на активне використання освітянами хмаро орієнтованих систем існують певні проблеми в організації

навчання та професійного розвитку вчителів [94]. Однією з основних проблем постає відсутність методик використання хмарних сервісів, що не є локалізованими, але безкоштовними для використання в науковій та навчальній діяльності (хмарні сервіси та хмаро орієнтовані системи відкритої науки). Існує припущення, що використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки дозволить зробити навчальний процес більш науковим та академічним, призведе до вирішення окремих проблем академічної доброчесності серед вчителів та учнів [94].

О. Г. Кузьмінська в своєму дослідженні [66] аналізує зміст понять «методика використання ІКТ в освіті» та надає авторське визначення терміну «методика застосування цифрового освітнього середовища наукової комунікації магістрів-дослідників». Описана методика включає: суб'єкти, об'єкти, мету, умови, засоби, форми організації, методи освітньо-наукової комунікації та результат [94].

Т. А. Вакалюк визначила основні компоненти методичної системи використання хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики включає такі методики [13]: методика використання хмаро орієнтованої системи підтримки навчання як складника ХОНС у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання хмаро орієнтованих засобів навчання у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання Web-орієнтованих засобів навчання бакалаврів інформатики [94].

В дослідженні С. Г. Литвинової [72] розроблена методична система проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, тому основний акцент полягає в описі методики проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти. При цьому розглянуто проектування на рівні керівника, проектування на рівні адміністратора навчального середовища, проектування на рівні вчителя-предметника, проектування ХОНС на рівні учня. Хоча в роботі [72] відсутня методика використання хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, але для проведення поточного дослідження важливим був аналіз методичних основ використання спроектованого хмаро орієнтованого навчального середовища у закладі загальної середньої освіти [94].

Т. В. Волошина [21] описала методику використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Подано структуру методики. Додатково наведено опис методики інтеграції ресурсів і сервісів гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища у

електронні навчальні курси для підтримки самоосвітньої діяльності учнів ІТ спрямування [94].

Аналіз останніх досліджень та публікацій було в першу чергу спрямовано на вивчення наявних методик використання, оскільки методики навчання та методики використання мають суттєві відмінності. За своєю структурою методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів буде мати схожу, класичну структуру, подібну до наявних методик використання того чи іншого сервісу чи програмного продукту [94].

Сфера вищої освіти є середовищем, де відкрита наука та відкрита освіта можуть мати взаємозв'язки в межах спільної концепції відкритості. Більш того, відкрита наука та відкрита освіта пов'язані між собою такими суб'єктами, як викладачі закладів вищої освіти, які задіяні в науково-дослідному процесі. Існують деякі ключові компоненти відкритості у відкритій науці, які мають зв'язки з відкритою освітою [94]. Більше того, ці аспекти також можуть бути пов'язані з науково-дослідною та освітньою діяльністю. Одним із компонентів є інструменти, тобто системи та послуги – переважно цифрові – які підтримують спілкування та співпрацю в науковій спільноті. Відкритість у цьому сенсі може стосуватися доступності інструменту, його вартості або сумісності з іншими послугами. Багато дослідників називають інструменти та програмне забезпечення з відкритим кодом послугами, які є доступними, модифікуються та мають вільний (повторно) використаний код. Таким чином, відкриті джерела дослідницьких інструментів легко та доступно використовувати для навчання та викладання та можуть полегшити доступ до даних досліджень та джерел для студентів чи учнів [94]. Другий компонент – це діяльність, така як особиста поведінка та взаємодія науковців, як спілкування та співпраця в наукових спільнотах. Діяльність може бути видимою для всіх, обмеженою для певних груп або закритою, як наприклад, процеси сліпого рецензування. Пристосовуючи їх до навчального процесу, наукова діяльність може стосуватися або поведінки вчителів, або поведінки учнів. Актуальними аспектами для учнів є варіанти створення та обміну власними матеріалами та обговорення їх з однолітками. Третім компонентом є такі ресурси, як дані, книги чи наукові статті [256] (рис. 3.3).

Багато існуючих інструментів відкритої науки можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями за рахунок підтримування дослідницького процесу на всіх його етапах та полегшення впровадження практичних розробок в 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).



Рис. 3.3. Взаємозв'язок відкритої науки і відкритої освіти

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 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 усіх ланках освіти.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки спираються на відкриті дані наукових джерел для створення інновацій у сфері педагогіки. Відкриті інноваційні практики, що базується 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 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, і буде важливо, щоб політика, що стосується їх кар'єрного розвитку, була побудована із урахуванням її сумісності з існуванням вимог відкритої науки, в тому числі, це має бути враховано і у закладах освіти.

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 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 включатиме [299]:

- запровадження в освітню практику, зокрема у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти постійних тренінгів, навчальних курсів з підвищення кваліфікації у сфері відкритої науки (включаючи навчання за новими напрямками управління даними фахівців з інформатики та науковців). Це має передбачати змішаний підхід щодо опанування базових навичок поряд з активним, незалежним, проблемним навчанням;

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

- заохочення та визнання для працівників та дослідників, що сповідують принципи відкритої науки, шляхом запровадження альтернативних показників.

- постійне сприяння та керівництво відкритою наукою 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 у закладах освіти та науково-педагогічних дослідженнях.

Вчителям всіх категорій потрібно пропонувати можливості розвивати різні аспекти навичок на курсах підвищення кваліфікації, 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 їхніх дисциплінарних вимог та досвіду, у складі їх плану розвитку особистої кар'єри має бути визначений список визначених потреб у навчанні. Це особливо важливо для вчителів які планують працювати в наукових ліцеях. Окрім того, ці навички повинні постійно розвиватися вчителями на їх кар'єрних траєкторіях від. 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 підвищення кваліфікації вчителів наукових ліцеїв протягом усієї кар'єри (наприклад, за допомогою участі у конференціях, проведення наукових днів та спеціальних навчальних курсів), додаткові навички, які пов'язані з відкритою наукою не включені в курси підвищення кваліфікації на даний момент.

У випадку вчителів рекомендується формувати компетентності відкритої науки як частину курсів підвищення кваліфікації вчителів всіх категорій. Мається на увазі, що надані навички матимуть пряме і практичне застосування у своїй дисциплінарній галузі (визнаючи, що значні дисциплінарні відмінності застосовуються у відкритій науці). Замість того, щоб бути просто загальним «доповненням» до існуючих курсів, для реального залучення важливо, щоб цей тип навчання був контекстуалізованим і мав безпосереднє значення для їхньої роботи. Слід також визнати, що багато з цих навичок слід формувати в рамках дослідницького процесу. Тому в цьому випадку 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 режими 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 із програмами розвитку кар'єри науковців.

Для вчителів у яких вже 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.

Аналізуючи опис методики використання науково-навчальної хмари наукової (освітньої) установи та методики використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари AWS наведені в дослідженні М. П. Шишкіної [195] було виконано опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Структура методики використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень) [94].

Цільовий компонент.

Мета: підвищення професійного розвитку вчителів наукових ліцеїв за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки [94].

Цільова група: вчителі наукових ліцеїв природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

Елементи змісту підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

Технологічний компонент.

Методи навчання: спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний [94].

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) [94].

У ході дослідження були розглянуті та використані спеціальні види інструментів і сервісів, які доцільно використовувати для підвищення кваліфікації вчителів [278].

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: Електронна бібліотека НАПН України, arXiv.org, електронний журнал «Інформаційні технології та засоби навчання» [94].

Сервіси European Open Science Cloud: зокрема, електронні навчальні ресурси, що стосуються предметних галузей навчання [94].

Інструменти та сервіси відкритої науки, що використовувалися для підтримки основних етапів наукового дослідження [278]:

1. Пошук, збір, накопичення даних з проблеми дослідження та її охоплення в літературі, дані констатувального етапу дослідження. Найпоширеніші хмарні сервіси: Google Academy, 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 [94]: підвищення професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки.

Мінімальні вимоги до апаратно-програмного забезпечення на пристрої користувача: наявність браузера та підключення до мережі Інтернет (дротове чи Wi-Fi) [94].

Орієнтовний план тренінгових занять [94].

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

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

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

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

Всього: 12 год.

Запровадження даної методики рекомендується на вищому рівні хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Рекомендовано проведення окремого курсу (очного чи дистанційного) підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. При цьому його специфіка полягає у виключному використанні інструментарію EOSC [94]. Курс підвищення кваліфікації з використання інструментарію EOSC вчителями бажано проводити тривалістю більше ніж тиждень, оскільки окремі хмарні сервіси, які користувач додає до свого проєкту потребують перевірки та ліцензійної згоди. Цей процес може тривати від одного дня до трьох.

Попередньо треба провести підготовчу роботу, пояснивши, що робота буде відбуватись в англomовному середовищі, тому можливо, знадобиться залучення сторонніх програмних засобів (автоматичних та напівавтоматичних перекладачів). Тому, основні моменти використання краще подати, як зразок покрокової роботи з EOSC у вигляді довідкових чи навчально-довідкових матеріалів [94]. Як варіант розробити спеціальні зошити з нотатками де кожен слухач курсів зможе записати індивідуальні спостереження роботи з інструментарієм EOSC. Велику увагу слід приділити демонстраційному матеріалу, що буде використаний під час лекцій. Це може бути як презентація з аудіо супроводом, так і попередньо записане відео (короткий довідковий матеріал).

Також вчителі мають бути ознайомлені з подробицями створення проєкту та спланувати його наповнення. Ці моменти є більш організаційного характеру, однак потребують додаткових роз'яснень та консультацій. Слухачі курсу попередньо визначають структуру майбутнього проєкту, його цілі, задачі та проблеми які будуть вирішені після його створення [94].

Під час вивчення тем 3 та 4 ознайомити слухачів з категоріями сервісів, що наявні в структурі EOSC та пояснити, що в першу чергу вони орієнтовані на науковців. Однак більшість з них можуть бути використані для організації спільної роботи учнів на уроках, для налагодження комунікації. Окремою категорією постають сервіси, які скоріше нагадують репозитарії наукових досліджень [94]. Дані сервіси відкритого доступу будуть також корисні педагогам, оскільки представляють собою останні новинки провідних досліджень Європи, вчителі зможуть ознайомитись з зарубіжними аналогами безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки.

Як приклад можна навести короткий опис та використання одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC – 3DBionotes-WS. Веб-платформа 3DBionotes-WS інтегрує кілька веб-служб та інтерактивний веб-переглядач, щоб забезпечити єдине середовище, в якому біологічні анотації можна аналізувати в їх структурному контексті. Після спалаху COVID-19 нові структурні дані багатьох вірусних білків були включені в новий розділ 3DBionotes-COVID-19 (рис. 3.4) [94].

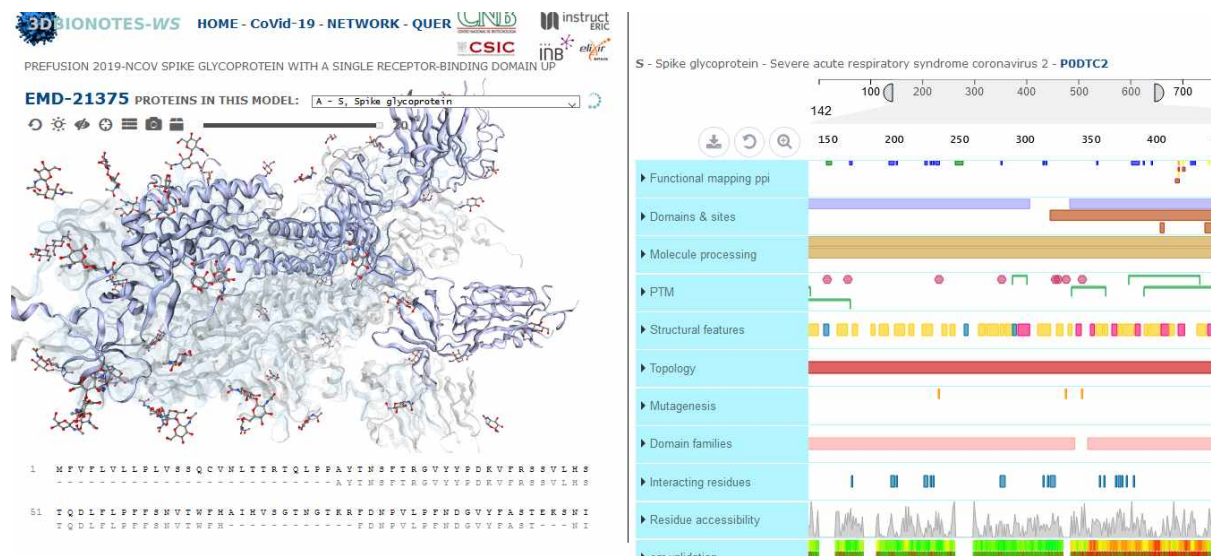


Рис. 3.4. Приклад структурної моделі [94]

Модель є динамічною. За допомогою кнопок навігації користувач може додавати окремі елементи, переглядати підписи. Наводячи мишкою на окремі елементи моделі з'являється підпис з поясненням. Хмарний сервіс надає можливість самостійно створювати структурні моделі, завантажувати вже готові чи переглядати наявні [94].

Слухачів слід орієнтувати на те, що всі сервіси Європейської хмари відкритої науки не можна опанувати в рамках курсів підвищення кваліфікації. Головне, щоб вчителі запам'ятали основи роботи з EOSC, етапи

створення власного проекту та додавання до нього хмаро орієнтованих сервісів, що представлені в переліку за категоріями [94].

Як приклад можна навести короткий опис та використання ще одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC. Infrastructure Manager (IM) – це служба з відкритим кодом, яка розгортає складну та індивідуальну віртуальну інфраструктуру на кількох серверних пристроях (рис. 3.5). Повідомлення автоматизує, розгортання, налаштування, встановлення програмного забезпечення, моніторинг та оновлення віртуальних інфраструктур. Він підтримує широкий спектр загальнодоступних та локальних хмарних серверів, завдяки чому користувальницькі програми є хмарними. Крім того, він має можливості DevOps, засновані на Ansible, що дозволяє встановлювати та налаштовувати всі необхідні користувачеві програми, забезпечуючи користувача повністю функціональною інфраструктурою.

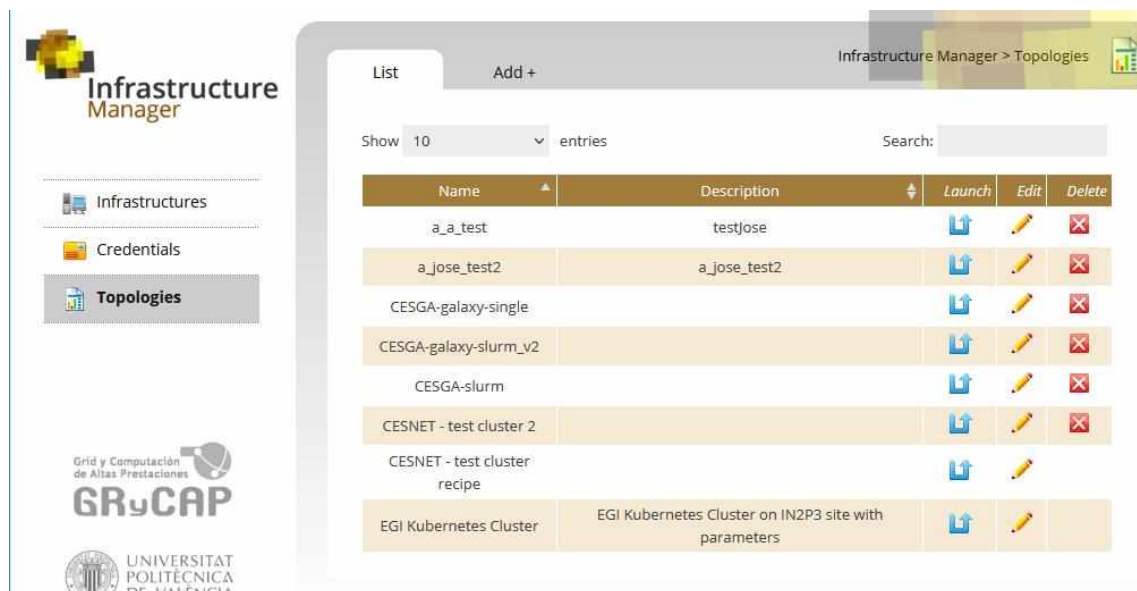


Рис. 3.5. Загальний вигляд сервісу Infrastructure Manager (IM)

Особливості:

1. Multi-Backend: Розгортання на локальних, загальнодоступних та наукових хмарах та платформах для оркестровки контейнерів.

2. Розширені плагіни: Додатки доступні для OpenNebula, Amazon EC2, Google Cloud Platform, Microsoft Azure, Docker, Kubernetes, FogBow, T-Systems OTC, OpenStack, CloudStack та EGI Federated Cloud (OCCI).

3. Гібридні інфраструктури: розгортання віртуальних інфраструктур, що охоплюють кількох провайдерів.

4. Охоплюйте DevOps: За допомогою Ansible, IM надає рецепти поширених розгортань (кластери Hadoop тощо).

5. Інтерфейси: включаючи CLI, веб-графічний інтерфейс, сервісний API XML-RPC та REST API.

Astronomical Online Data Analysis (AstroODA) – також хмарний сервіс, що входить до складу EOSC. Послуга дозволяє користувачам використовувати хмарні наукові процеси аналізу даних астрофізичних обсерваторій/експериментів: місії INTEGRAL та POLAR (з подальшими ресурсами, що розробляються), забезпечуючи перевірені результати, готові до публікації. Наразі немає жодної іншої державної служби, яка б надавала цю функціональність (рис. 3.6).

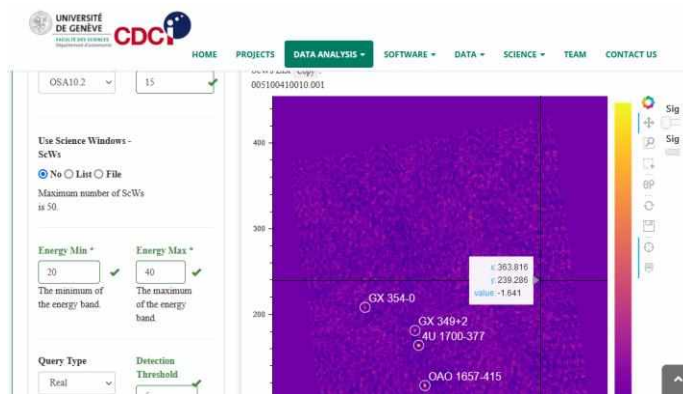


Рис. 3.6. Загальний вигляд сервісу Astronomical Online Data Analysis (AstroODA)

Дослідницький графік OpenAIRE (рис. 3.7) дозволяє розробникам реалізовувати послуги для наукової комунікації та аналітики досліджень. Використовуючи API, ви отримуєте доступ до графіка OpenAIRE-графіка наукової комунікації, тобто цифрового простору, де можна знайти інформацію про об'єкти життєвого циклу наукової комунікації (публікації, дані досліджень, програмне забезпечення для досліджень, проекти, організації тощо). та смислові зв'язки між ними. Служба надає доступ до OpenAIRE Graph за допомогою різних протоколів (OAI-PMH, HTTP API, SPARQL) для обслуговування розробників з різними вимогами та уподобаннями.

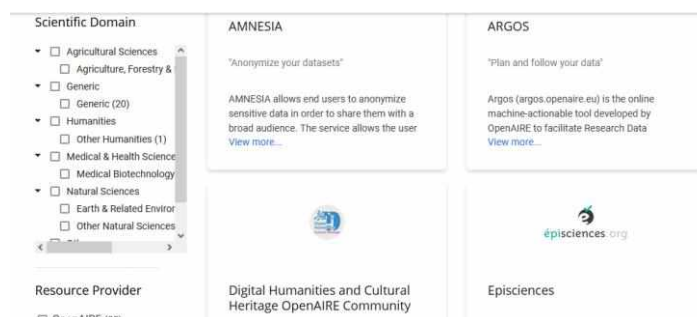


Рис. 3.7. Загальний вигляд сервісу OpenAIRE

Графік OpenAIRE створюється раз на два місяці:

– агрегування метаданих з європейської та глобальної мережі перевічених джерел даних OpenAIRE;

– збагачення метаданих шляхом повнотекстового видобутку та висновку: результати висновку (записи метаданих та зв'язки) включаються до графіка у вигляді джерела даних;

– збір метаданих від кінцевих користувачів за допомогою служби EXPLORE: відгуки користувачів (записи метаданих та зв'язки) включаються до графіка у вигляді джерела даних.

Графік доступний у виробничій та бета-версії.

Під час проведення тренінгових занять можуть виникати певні труднощі [94]:

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 [94].

2. Якщо все ж хмарний сервіс тимчасово заблоковано йому має бути надана альтернатива (можливо гнучкий графік виконання завдань з використанням того чи іншого сервісу) [94].

3. Можливий варіант, коли в окремій місцевості відсутнє повне чи часткове інтернет-з'єднання, а учасники тренінгових занять обмежені часовими рамками [94].

4. Треба бути готовими, що той чи інший акаунт користувача може бути заблоковано чи видалено. Ця проблема особливо актуальна під час організації групової роботи [94].

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

6. Учасникам тренінгових занять слід попередньо пояснити, чому обрано саме ті чи інші хмарні сервіси, чим вони відрізняються, в чому їх особливість та чому їх слід вважати відкритими. Хоча попередньо вчителі вивчають парадигму відкритої науки, але не одразу стає зрозумілим як це використати на практиці [94].

Описана методика є частиною хмаро орієнтованої методичної системи двищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у

випускному класі: цільовий, змістовий, технологічний та результативний [94].

Для налагодження професійної комунікації для спільноти науковців та вчителів 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.

Вчителі, науковці та науково-педагогічні працівники, як правило мають справу з критеріями та показниками ефективності проведення наукового дослідження [43]. 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, вчителі 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 розшарюється для співавторів та організовується одночасна робота в реальному часі. При цьому спільнота науковців та вчителів 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 роботі 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 навчальної, наукової та науково-дослідної установи організують 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, вчителів 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 транслюються 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.

Проблема використання хмарних технологій відкритої науки для підтримування різних типів процесів опрацювання даних викликають нині жвавий інтерес науковців [226]. Які саме засоби і технології доцільні для того, щоб опрацьовувати результати досліджень, зокрема, результати педагогічного експерименту, більш повно використати ті перспективні засоби і сервіси, що нещодавно виникли, а головне – забезпечити досягнення цілей науково-дослідної роботи, підвищення якості і доступності науки, зокрема педагогічної, полегшення, а не ускладнення подання і опрацювання масивів даних.

Використання хмарних технологій для підтримування процесів опрацювання даних у межах концепції відкритої науки постає одним із актуальних напрямів педагогічних досліджень [197], причому виникнення хмаро орієнтованих версій багатьох програмних продуктів постає каталізатором цього процесу [226].

Нині кожне теоретичне дослідження, методика чи модель мають пройти перевірку на достовірність. Науковець перед впровадженням власного теоретичного здобутку проводить експеримент, за результатами якого можна переконатись в правильності висунутої гіпотези. Не має значення якого рівня і масштабу експеримент було проведено – в результаті одержано масив даних, що підлягає подальшому опрацюванню, інтерпретації та узагальненню. Зрозуміло, що одним з найрозповсюдженіших інструментів

опрацювання отриманих результатів є табличні процесори [163]. Проте, не завжди з використанням вказаних інструментів науковець зможе проілюструвати динаміку змін того чи іншого показника, в процесі аналізу доводиться вибірку розподіляти на певні фрагменти, що лише частково ілюструють проведений етап експериментального дослідження [197]. Побудовані електронні графіки та діаграми носять статичний характер та мало в чому відрізняються від аналогічних, поданих на папері. Крім того, у процесі опрацювання даних певного дослідження доводиться використовувати низку зображень, щоб науковій спільноті було зрозуміло значення кожного показника, чи окреслювати окремі аспекти опитувань, щоб показати їх значущість. Зрозуміло, що проведене дослідження важко обмежити декількома графіками чи діаграмами. Окрім цього, слід зазначити, що подання певної вибірки можна проілюструвати з використанням двох чи трьох діаграм (графіків), що пов'язані між собою структурними зв'язками [197].

Розміщення масиву експериментальних даних у хмарі є певним кроком щодо створення відкритого дослідження (навіть якщо вони відкриті лише для певного кола наукової спільноти). Використовуючи хмарні сервіси, науковець зможе дистанційно їх опрацювати з будь-якого пристрою, обмінюватись результатами зі своїми колегами [160]. При цьому буде вирішено ряд можливих проблем, що зазвичай пов'язані з встановленням на пристрій нового програмного забезпечення (оскільки табличний процесор в повній мірі не задовольняє вимог наукової спільноти), сумісності програмного забезпечення та платформи, що встановлена на пристрої, потужності самого пристрою тощо [197].

Альтернативою у використанні традиційних табличних процесорів [163] можна розглянути хмарний сервіс Power BI як інструменту Office 365. Проте, як показують дослідження американських вчених [268], Power BI можна застосовувати і в поєднанні з іншими хмарними платформами, наприклад з Microsoft Azure. Згідно досліджень [268], показано, що Power BI описує базу даних SQL і графічно надасть можливість відображати дані певного датчика в реальному часі. Крім того, групою вчених Д. Д. Коа (D. D. Cooa), Дж. Дж. Лі (J. J. Leea), А. Себастьян (A. Sebastiania), Дж. Кимб (J. Kimb) було показано, що Power BI можна використовувати для підтримування програмного забезпечення Інтернет-речей. Power BI візуалізує призначені користувачем параметри, погодні графіки, таблиці чи кругові діаграми, з якими в подальшому, можна виконати будь-які маніпуляції в Microsoft Excel [197].

Серед переваг Power BI в порівнянні з традиційними табличними процесорами можна зазначити [197]:

- інтеграція таблиць з найбільш відомих баз даних (БД);
- розробка математичної моделі на основі одержаного масиву даних;
- інтегровані компоненти з окремими інтерфейсами для візуалізації масивів даних [197];
- обробка та аналіз даних з будь-якого пристрою в реальному часі;
- диференційований доступ окремих та груп користувачів хмари;
- можливість роботи як в локальній так і хмарній версії сервісу;
- прототипом інтерфейсу постає Microsoft Excel;
- можливість об'єднання декількох джерел даних (окремих вибірок);
- сповіщення в реальному часі про внесення змін до масивів опрацьованих даних (під час роботи групи науковців в межах однієї робочої області) [197].

Power BI в першу чергу створювався як комплексний інструмент для бізнес-аналізу, що є інтегратором декількох компонентів, у яких характерною рисою постає візуальний дизайн [197]:

- Power Query (компонент для керування запитамі);
- PowerPivot (компонент для масивів даних та побудов моделей);
- Power View (система побудови звітів).

Станом на листопад 2018 року, до ліцензій Office 365 вміщено безкоштовну версію Power BI, яку адміністратор може призначити як окремим користувачам, так і групам користувачів. Проте, автоматично новий сервіс не з'явиться в переліку усіх програм. Задля ввімкнення слід в центрі адміністрування обрати Звіти – Використання, або в картці головної сторінки «Звіт про використання». Інтерфейс хмарного сервісу мало в чому відрізняється від локальної версії [197]. Робота в Power BI полягає в створенні робочої області користувача або декількох робочих областей (рис. 3.8). При цьому для усіх груп Office 365 автоматично буде створена окрема робоча область (рис. 3.9).

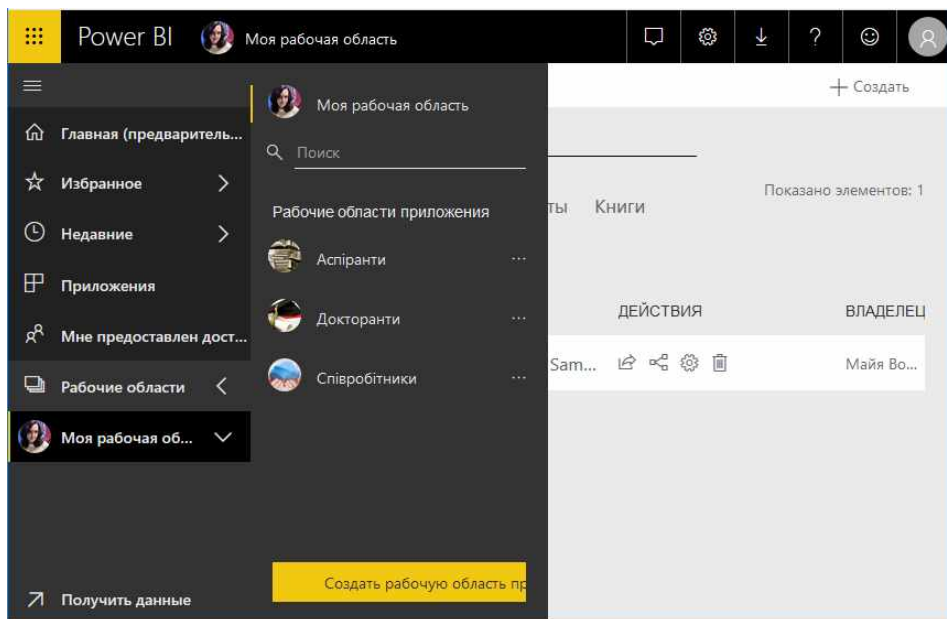


Рис. 3.8. Список рабочих областей в Power BI

Кінцевим результатом опрацювання вибірки в окремій робочій області постає динамічний звіт. Кожна робоча область складається з панелі моніторингу, звітів, книги та наборів даних. Звітів може бути декілька (що забезпечує динамічність представлення даних). В звіті наявні візуальні елементи, які науковець зможе додавати, змінювати та видаляти. З використанням обраних фільтрів звіт за декілька секунд змінює свою структуру, акцентуючи на обраних показниках (рис. 3.9) [197].

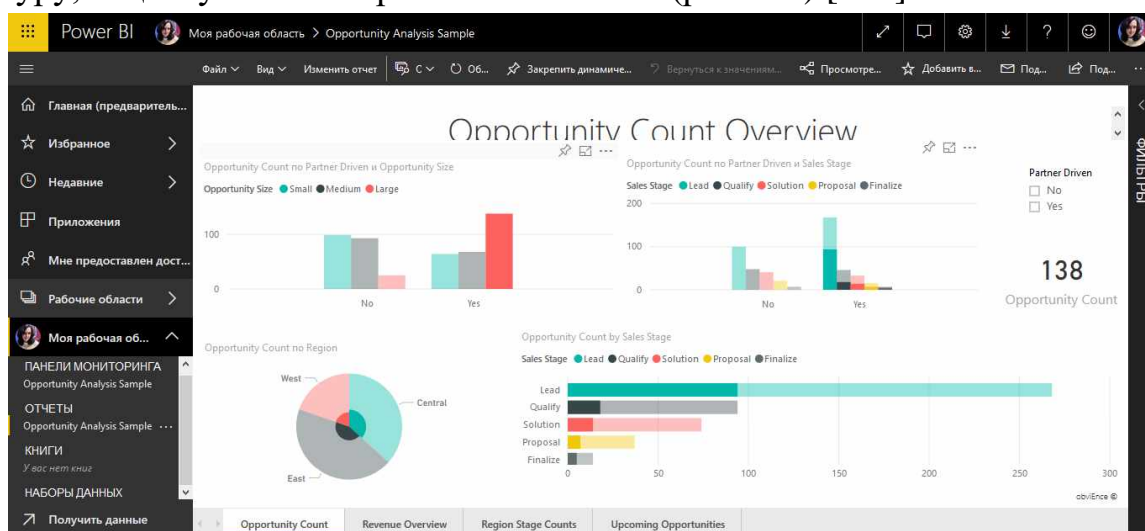


Рис. 3.9. Шаблон динамического звіту в Power BI

В якості прикладу було завантажено до робочої області один з шаблонів («Аналіз можливостей – приклад»), запропонованих на початку роботи з Power BI.

Станом на листопад 2018 р. існують шість програмних продуктів: Power BI Desktop, Power BI Services (Pro, Premium), Power BI Embedded,

Power BI Mobile, Power BI Report Server та шлюзи PBI [197]. При цьому безкоштовними є ліцензії в: Power BI Desktop, Power BI Services та Power BI Mobile.

Програмний продукт Power BI Desktop можна встановлювати локально, лише на один пристрій. При цьому наявний інструмент розробника (посилання для завантаження Power BI Desktop: <https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/get-started/>). При цьому функціонал Power BI можна використовувати [197]:

- повністю безкоштовно;
- користувач зможе підключити масив даних;
- для розробки статистичного звіту (на основі існуючого масиву даних);
- персоналізовано.

Звіт, створений з використанням Power BI Desktop зберігається в рбіх-файлі, який інші користувачі зможуть змінювати на інших пристроях. Масив даних, який при цьому попередньо завантажений та проаналізований, буде відкритий для редагування іншим користувачам [197].

Програмний продукт Power BI Services входить до складу корпоративної хмари Office 365 [197]. При цьому [146]:

- до усіх звітів можливо надавати публічний доступ;
- наявна можливість налаштування політики конфіденційності;
- певна кількість ліцензій представлена для окремих співробітників організації/наукової установи;
- кожен звіт можна завантажити у Microsoft Excel;
- звіт на відміну від традиційних буде сформовано динамічним [197];
- увімкнене шифрування інтернет-трафіку.

Оскільки Power BI Services є одним з сервісів Office 365, тому надавати доступ до звіту значно простіше [197]:

- з використанням загальнодоступного посилання (обмежується однієї корпоративною хмарою);
- вбудовувати звіт (окремі графіки, діаграми) до Excel чи Microsoft Power Point;
- вбудовувати звіт на сторінку сайту Sharepoint Office 365;
- створення приватного посилання (аналогічно і в Google Docs);
- на рівні звітів є можливість надавати доступ окремим користувачам (групі користувачів) [197].

Одним з видів ліцензування Power BI Services є Premium, серед переваг якого можна зазначити [197]:

- наявна локальна публікація звіту та в хмарі;

- для установи можлива робота в окремих хмарах (так званих вузлах);
- не обмежена частота автоматичних оновлень;
- створена модель може досягати 10 Гб дискового простору.

Однією з суттєвих переваг можна вважати додаткова кількість ліцензій, що можна призначити не лише користувачам приватної хмари [197].

Для того, щоб розпочати роботу з даними збереженими в іншому форматі слід спочатку їх імпортувати до Power BI натиснувши кнопку «Получить данные» (рис. 3.10) [197].

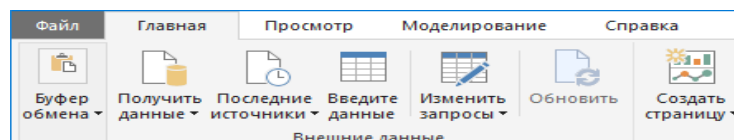


Рис. 3.10. Імпортування даних до Power BI

Завантажувати дані можна з файлів, баз даних, Azure та веб-служб. Ці категорії представлені відповідними пунктами у вікні «Получить данные» (рис. 3.11) [197].

Крім того, усі одержані дані в подальшому можна пов'язувати між собою. Якщо під час завантаження у вікні «Навигатор» натиснути кнопку «Правка», то можна внести попередні зміни до імпортованого масиву даних (рис. 3.12) [197].

Таким чином можна об'єднувати декілька таблиць, встановлюючи між ними відповідні зв'язки. Слід звернути увагу що наявний інструмент для створення сценарію R та подальшого його виконання [197].

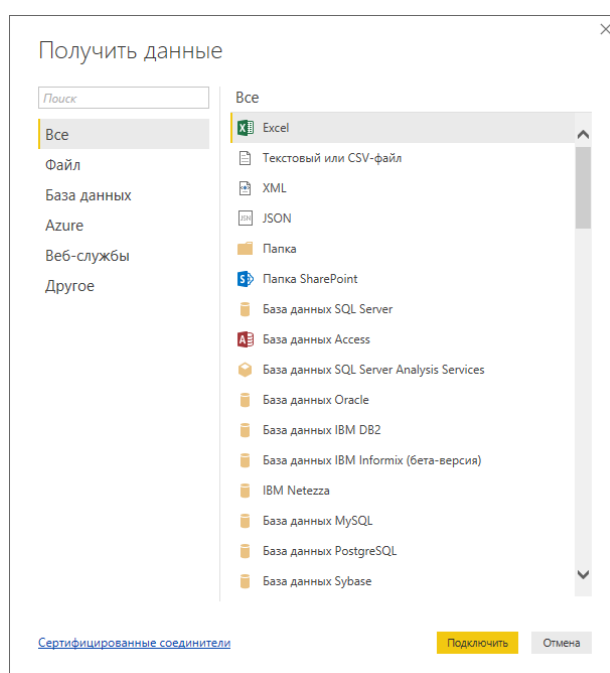


Рис. 3.11. Вікно форматів та сервісів задля завантаження даних

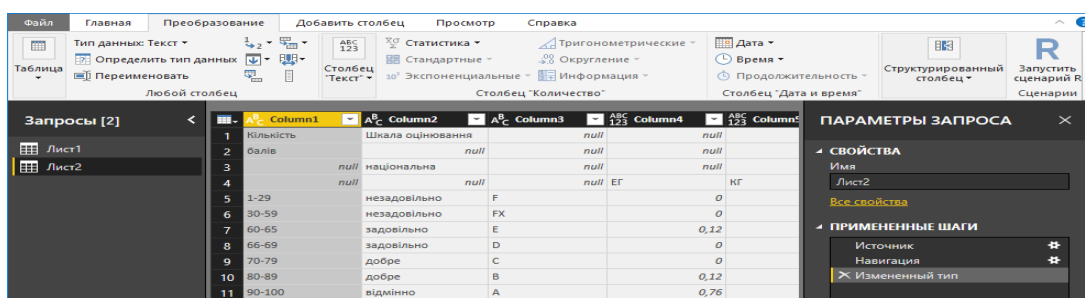


Рис. 3.12. Вікно редагування масиву даних

Надаючи методичні рекомендації щодо формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї треба обов'язково розкрити особливості організації дистанційного та змішаного навчання.

Оскільки часто спостерігається ототожнення понять «дистанційне навчання» та «змішане навчання» слід чітко їх виокремлювати [113]. Різниця між дистанційним та змішаним навчанням (згідно з рекомендаціями МОН) [167]:

– Дистанційне навчання: опосередкована взаємодія суб'єктів засобами онлайн-технологій є визначальною. Такий вид навчання визначено Законом України «Про освіту» як окрему форму здобуття освіти – дистанційну [113].

– Змішане навчання: є підходом, педагогічною й технологічною моделлю, методикою, що поруч із онлайн-технологіями спирається також і на безпосередню взаємодію між учнями та вчителями в аудиторії [113].

Оскільки в даному дослідженні змішане навчання є ключовим, то зосередимося на ньому [113]. До ознак змішаного навчання віднесемо [167]:

1. Учні навчаються частково онлайн і мають елементи контролю над навчальним процесом – коли, де і як вчити матеріал.
2. Гаджети та девайси використовують для спроби персоналізувати роботу кожного окремого учня.
3. Навчання в аудиторіях використовують для надання учневі комплексного досвіду навчання.

Якщо ж розглянути практичну складову реалізації змішаного навчання, то постає питання: «З чого розпочати?». Послідовність кроків організації змішаного навчання [113]:

1. План тем та видів діяльності. При цьому план тем може збігатись з тим, що передбачений очною формою проведення занять. Головний акцент

слід зробити на видах діяльності. Адже треба визначити конкретні види, які зможуть охопити формування всіх навичок та засвоєння матеріалу [167].

2. Оцінювання результатів навчання. Оцінювання слід спланувати таким чином, щоб була можливість практичного оцінювання конкретних дій учня. Це мають бути не абстрактні рівні встановлення тієї чи іншої оцінки, а з визначенням конкретних практичних результатів [113]. Можливо, розглянути варіант гнучкого визначення рівня знань в залежності від окремої теми (розділу).

3. Формулювання результатів навчання. Це і є той практичний результат, який вчитель зможе оцінити з точки зору: матеріал засвоєно чи ні. Це має бути конкретний перелік вмінь і навичок, результат розв'язання окремих видів завдань (вправ). Те, що можна фізично перевірити й оцінити [167].

4. Визначення видів діяльності. Які види діяльності опанував учень? Що в нього виходить краще (гірше)? Які саме види діяльності будуть залучені в рамках вивчення даної теми? Саме на ці питання вчитель має знати відповіді під час планування змішаного навчання [113].

5. Забезпечення самостійності виконання завдань учнями. Це дуже складний пункт в плануванні, оскільки ще мало вивчений. Можна перевіряти вірогідність виконаних завдань через вхід з різних акаунтів, контролювати присутність учнів на уроках, по почерку виконаних письмових робіт, перевірка виконання завдань в режимі реального часу, контролювати ввімкненість камер та під час відповіді перевіряти зоровий контакт [167].

Тож яку обрати платформу коли планування змішаного навчання завершено? Найбільш поширеними є [113]:

- Google Клас;
- Microsoft 365;
- Moodle.

Також потрібно включати використання спеціалізованих хмарних сервісів, що можуть бути відокремленими від обраної хмарної платформи (не інтегрованими) [167]. Оскільки специфіка кожного предмету вимагає використання різноманітних онлайн-лабораторій, побудови моделей, перевірки явищ, унаочнення специфічних понять тощо [113].

Чому не рекомендується використовувати месенджери чи програми відеоконференцій? На це є декілька головних причин.

1. Відсутнє файлове сховище. Що є серйозною перешкодою, адже вчитель та учні не зможуть завантажувати власні файли, переглядати методичні матеріали. Наявність файлового сховища значно спрощує організацію змішаного навчання. При цьому майже в кожній хмаро

орієнтованій платформі подібній інструментарій наявний [167]. Що є однією з переваг у використанні саме хмаро орієнтованих платформ та сервісів.

2. Потреба у залученні додаткових сервісів. Наявність лише інструментарію для проведення онлайн-уроку (відео та текстового чату) є неефективним засобом в організації змішаного навчання [113]. Виникає потреба в залученні спеціалізованих сервісів, сервісів для проведення опитувань, сервісів для збереження довідкових матеріалів і т.д.

3. Відсутня гарантія відвідування уроків (для текстових месенджерів). Якщо вчитель обмежується виключно використанням текстових месенджерів, то дана практика призводить до прогулювання уроків та формальної вичитки матеріалу. Фактично це – самостійна робота учнів. Як правило, це формальне фіксування присутності на початку уроку і не більше. Учень може взагалі бути відсутнім на такому уроці [113].

4. Складність в організації індивідуального підходу. Месенджери чи програми відеоконференцій не дають необхідного інструментарію для повноцінного планування та організації індивідуального підходу для кожного учня. Як правило за урок на практиці залучені лише окремі учні, в той час, як більшість залишається пасивними. Частіше це колективна (групова форма роботи), але ніяк не індивідуальна [167].

Однією з суттєвих проблем в організації змішаного навчання постає: на скільки учні самостійно виконують домашні та індивідуальні завдання. Можна надати декілька порад [167]:

1. Використовувати електронні системи для перевірки на плагіат (якщо це стосується творів, рефератів тощо) [167].

2. Обмежувати час на виконання завдань (при цьому досить жорстко). В разі порушення даної вимоги знімати бали за затримку роботи [113].

3. Використовувати функцію перемішування завдань та відповідей (рандомний порядок, якщо це стосується тестів чи опитувань).

4. Розробляти декілька тестів (анкет, завдань) та довільно розподіляти їх між учнями (при цьому, щоб учні не знали кому який тест надіслано, лише власний). При цьому виконання таких завдань важливо обмежити в часі (щоб було менше можливостей зв'язатись один з одним) [113].

5. Завдання краще розробляти завдання самостійно, щоб не було можливості скопіювати текст завдання в пошукову систему та легко віднайти відповідь (в ідеалі використовувати фотографії, скріншоти завдань чи за власною розробкою зміст завдань та вправ). Слід пам'ятати, що за точною фразою (фразу вводять в подвійних лапках) кожен користувач знайде розв'язок будь-якого завдання.

6. Зосередьтеся на завданнях які не просто відтворюють навчальний матеріал, а дозволяють використати на практиці вивчену теорію. Урізноманітнюйте завдання [167]. Нехай це буде не повне виконання вправи, а лише її фрагмент (виконання до конкретного етапу).

7. Не користуйтеся шкільним підручником для складання завдань контрольної роботи. Якщо вже використовуєте у своїй роботі готові завдання, то робіть це з маловідомих збірників (підручників) [113]. І краще, щоб це був скріншот чи малюнок, а не текст (той же текст краще додати як малюнок).

При організації змішаного навчання в групових або індивідуальних формах навчання вчитель використовує крім стандартних технічних засобів також засоби AR та VR. Методика навчання вибирається залежно від плану уроку: лекція-монолог, моделювання, мозковий штурм [270].

Під час навчання учень набуває знань, умінь та навичок з певного предмета. Результатом змішаного навчання з використанням AR та VR є набуття цифрових та дослідницьких компетенцій у різних форматах навчання [270].

Якщо розглянути конкретні засоби доповненої чи віртуальної реальності, то можна запропонувати [167]:

- для фізики та хімії: MEL Chemistry VR;
- для анатомії: Anatomy VR;
- для географії: Google Експедиції;
- для організації навчального процесу засобами AR, VR [270]: EON-XR.

Даний перелік можна продовжувати дуже довго. Але метою дослідження не є опис всіх наявних засобів доповненої чи віртуальної реальності для закладів загальної середньої освіти [270].

Проведення уроку краще спланувати з використанням окремих елементів AR, VR. Адже повне занурення у віртуальну реальність призведе до зміни організаційної форми навчання (дистанційне навчання) [270].

Використання засобів AR та VR краще за все використати для таких типів уроків [167]:

- урок засвоєння нових знань;
- урок формування умінь і навичок;
- урок узагальнення і систематизації [270];
- комбінований урок.

При цьому, якщо деталізувати структуру уроку, то краще за все використовувати інструменти AR та VR на етапах [167]:

– сприйняття та усвідомлення учнями фактичного матеріалу (урок засвоєння нових знань, комбінований урок);

– осмислення зв'язків і залежностей між елементами виучуваного (урок засвоєння нових знань, комбінований урок) [270];

– творче перенесення знань і навичок у нові ситуації (урок формування умінь і навичок);

– узагальнення та систематизація основних теоретичних положень і відповідних ідей науки (урок узагальнення і систематизації) [270].

3.5 Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів

Незважаючи на те, що ми живемо в еру роботизованих систем та штучного інтелекту, знання, які набувають в школах та закладах вищої освіти у сфері технологій не можна вважати задовільними. Більшість людей це влаштовує, незважаючи на те, що у них відсутній або недостатньо сформований науково-технічний світогляд, а це є основою для неосвіченості, коли люди починають думати що «світлодіод та лампочка» це щось надприродне та містичне, що все на світі є складним та нецікавим.

Одним із напрямів розвитку науково-технічної освіти є робототехніка, що є прикладною наукою, яка займається розробкою автоматизованих технічних систем. Її освітній потенціал незвичайно високий, вона стрімко поширюється в багатьох галузях діяльності, тому стає одним із найпопулярніших напрямків позакласної освіти. Проблема використання робототехніки протягом навчального процесу, питання технічного розвитку та творчого мислення завдяки такій діяльності висвітлюється у працях багатьох науковців та педагогів: А.Давиденко, Є.Мілерян, В.Моляко, І.Ройтман та інші. Вивченням систем керування за допомогою робототехніки займались Ф.Лот, Дж.Вільямс, С.Монк.

За допомогою такого напрямку як робототехніка є можливість поступово перейти до комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища у більшості закладів. Під таким середовищем розуміємо штучно побудовану систему, що забезпечує навчальну мобільність, групову співпрацю педагогів та учнів і використовує системи комп'ютерної математики, інші програми засоби для ефективного, безпечного досягнення дидактичних цілей.

Особливо дієвим для досягнення даної цілі на цьому етапі можна виділити радіотехнічне та роботехнічне конструювання з використанням певного програмного забезпечення комп'ютерної техніки та елементної стандартної бази сучасної мікроелектроніки.

В сучасних школах, зокрема і в приватних школах, досить мало звертають увагу на програмно-апаратний комплекс Arduino, та і на всю

робототехніку в цілому. Шкода, але це є так, і цей програмно-апаратний комплекс є дуже потужним інструментом у вмілих руках, за допомогою якого можна пояснити і фізику і математику, інформатику і розвивати людину всебічно.

За останні декілька років навчання робототехніки починає реалізуватися в Україні у деяких школах у формі гуртків та факультативів. Хоча, недостатня розробленість ресурсного забезпечення не дозволяє ґрунтовно реалізувати на практиці заплановані проекти.

На державному рівні навчання робототехніки реалізується через олімпіади та конкурси, такі як: Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine, FERREXPO ROBOT FEST. Та для підтримки у прагненнях молоді у багатьох обласних містах було створені спеціальні центри, які надають необхідну наукову та технічну базу для подальшого фахового розвитку.

З огляду на безперервну та швидку зміну предметної галузі інформаційно-комп'ютерних технологій постає необхідність орієнтації досліджень щодо використання ІКТ у неформальній освіті вчителів.

Апаратно-програмний комплекс Arduino може бути корисний у науковій освіті вчителів фізики та інформатики. Він може бути корисний вчителю фізики, завдяки тому, що можна вивчати явища і процеси, пов'язані робототехнікою, конструюванням і проектуванням електротехнічних приладів, для проведення лабораторних робіт по темам, пов'язаним з електротехнікою. Він може бути корисним вчителю інформатики для опанування комп'ютерного проектування апаратно-програмних комплексів, створення розробок із використанням Arduino на уроках.

Хмаро орієнтовані реалізації апаратно-програмного комплексу Arduino полегшують або уможлиовлюють його використання в освіті вчителів в умовах дистанційного або змішаного навчання.

Наразі стає зрозумілим, що реалізація процесу навчання в системі неформальної освіти є невід'ємним складником конкурентноздатного існування та розвитку ІТ компетентності вчителя, а в її реалізації істотну роль посідає навчання робототехіки. Програмно-апаратний комплекс Arduino як невід'ємний складник ефективної неформальної освіти вчителя інформатики перш за все орієнтований на забезпечення розвитку та підвищення кваліфікації.

Питання адаптації і налаштування засобів та сервісів інформаційно-технологічного освітнього середовища на потреби користувачів з метою максимально реалізувати педагогічний потенціал використання найсучасніших ІКТ, зокрема, хмарних, досягти поліпшення результатів навчання, а також удосконалення процесу науково-дослідної діяльності

вчителів, розвитку навичок спільної роботи, потребує запровадження інноваційних підходів. Ці підходи мають забезпечити найбільш доцільні способи організації доступу до програмного забезпечення навчального призначення, зокрема, на базі хмаро орієнтованих підходів, що належать до провідних моделей інформаційно-технологічних рішень організації інфраструктури освітнього середовища, а також постають каталізатором запровадження інноваційних методів і підходів в освітню практику.

Використання *програмно-апаратного* комплексу Arduino у системі неформальної освіти вчителів відіграє особливу важливу роль, оскільки воно поєднує в собі як основні поняття, так і принципи роботи програмної та технічної складової.

Використання *програмно-апаратного* комплексу у системі неформальної освіти дозволяє підвищити рівень ІКТ компетентності вчителів, поліпшення їх обізнаності з методиками і досвідом використання програмного забезпечення та технологій. Необхідність органічно поєднати викладення навчального матеріалу з допомогою платформи «Tinkercad» та проведення контрольних опитувань та консультації; постійне удосконалення організації навчальної діяльності за допомогою хмарних сервісів, запровадження дистанційних і змішаних форм навчання у процес опанування апаратно-програмних засобів робототехніки потребують відповідного науково-методичного опрацювання, розроблення спеціальних методик.

Запровадження програмно-апаратного комплексу Arduino в сукупності з найсучаснішими хмарними сервісами є суттєвою передумовою підготовки вчителів, здатних до активної професійної діяльності і самореалізації у високотехнологічному суспільстві, готових до використання інноваційних методик і засобів навчання, реалізації інноваційних форм, методів і підходів до його організації.

В Україні вже почали робити перші кроки системи навчання з використанням STEM підходів. Даний підхід до проектування систем навчання наразі стає все більш популярним, бо чудово себе показує у процесі формування навичок дослідницької діяльності в молодшій, середній та старшій школі. Тому розвиток методичних підходів до поглибленого опанування знань в цій сфері потребує подальшого вивчення.

Методика використання *програмно-апаратного* комплексу Arduino була запроваджена для навчання вчителів інформатики та фізики в неформальній освіті. Вчителі, які опанували даний комплекс, мали

zareєструватися у хмаро орієнтованому середовищі, отримати акаунт, завдяки якому вони мали доступ до готових проектів з поясненням, сервісів як для індивідуального, так і колективного використання. Платформа Tinkercad вже багато років показує себе як стабільна, інтуїтивно зрозуміла, логічно скомпонована платформа для навчання (Рис 3.13). За умов використання хмарних сервісів, дані зберігаються у центрі обробки даних, а не на локальному комп'ютері користувача, тоді як доступ до них забезпечується через браузер, є можливим з різних пристроїв, з яких можна вийти в Інтернет. За хмарної моделі організації доступу до ІКТ виникають необхідні умови для формування навичок командної роботи, які потрібні сучасному фахівцеві, що має бути обізнаним з використанням ІТ.

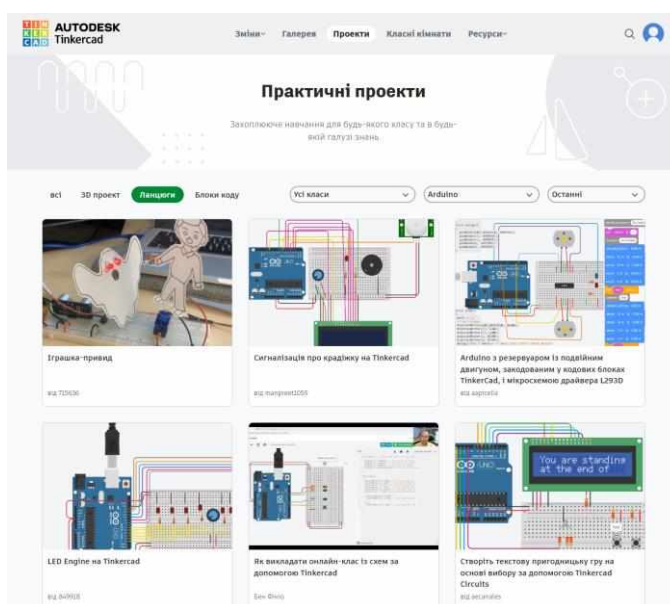


Рис. 3.13. Хмаро орієнтоване середовище Tinkercad

Найважливішою особливістю програмно-апаратного комплексу *Arduino*, з точки зору педагогічного використання, є вільний доступ, безпека та надійність зберігання інформації, контроль прав доступу, здатність легко адаптувати під різні цілі та задачі.

В умовах формування інформаційного суспільства дуже важливо підготувати висококваліфікованих фахівців, здатних правильно та доцільно навчити використовувати комплекс так – щоб це було пізнавально та дуже цікаво. Тому необхідно шукати нові методичні підходи до організації навчання, які б сприяли глибокому засвоєнню та розумінню основних понять, правил, принципів і методів вивчення дисциплін, їх взаємозв'язку з суміжними дисциплінами та способів їх використання на практиці.

Для організації групової роботи з вчителями нами використана платформа *Tinkercad*, але з інтегрованими класами, оскільки в даній

платформі реалізовано наступні можливості: корегувати дії викладача, вести групове та індивідуальне спілкування та робити замітки на кожній з робіт, робити нотатки, відслідковувати прогрес успішності, зберігати роботи. Застосування програмно-апаратного комплексу не спричинить вчителям ніяких труднощів у вирішенні поставлених завдань, для роботи потрібно лише мати доступ до мережі інтернет. Однак для користування хмарними сервісами необхідно пройти короткий інструктаж роботи з ними(Рис 3.14).

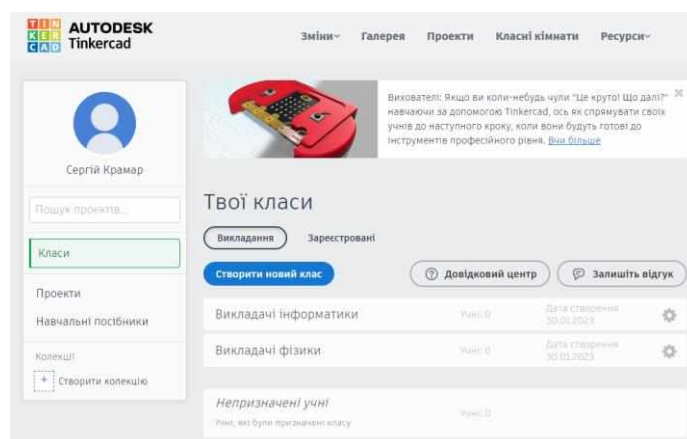


Рис 3.14. Приклад платформи Tinkercad з інтегрованими класами

Мета запровадження програмно-апаратного комплексу Arduino у процесі підготовки фахівців - формування здатності до успішного використання інформаційних технологій у своїй професійній діяльності, творчого підходу до вирішення нестандартних проблем, глибокого оволодіння основами дисципліни. З цією метою була розроблена методика використання комплексу у неформальній освіті вчителів, спрямована на (i) формування професійних компетентностей вчителів інформатики та фізики, технологій в освіті, що дасть можливість у майбутньому адаптуватися до вимог інформаційного суспільства; розвиток творчого підходу до вирішення нестандартних завдань; та (iii) формування навичок використання ІКТ, необхідних для аналізу, моделювання та вирішення теоретичних та практичних задач у професійній діяльності.

Одним із важливих напрямків використання програмно-апаратного комплексу у навчанні вчителів є розв'язання та вивчення проблем використання ІКТ у професійній діяльності та наукових дослідженнях.

Завдяки впровадженню комплексу у навчальний процес вчителів з'являється можливість зосередити увагу на принципах, підходах, звільнити час та зусилля, які витрачаються на створення навчального матеріалу, зрозуміла платформа значно покращує процес навчання(Рис3.15).

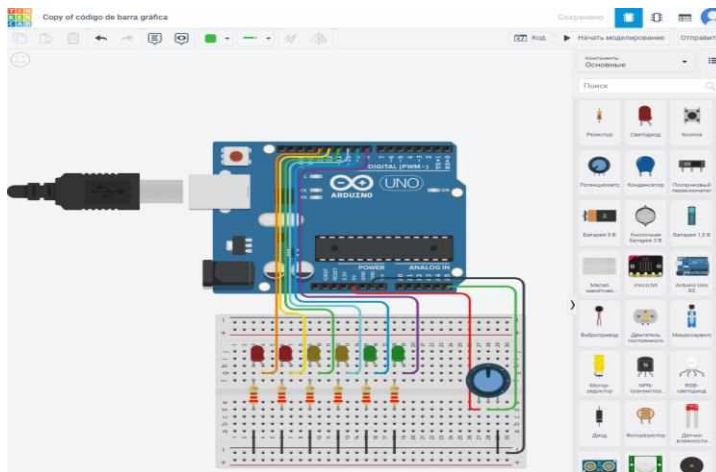


Рис 3.15 Приклад навчального процесу викладачів завдяки хмарній платформі Tinkercad

При вирішенні задач галузі основ ІКТ в освіті реалізуються міждисциплінарні зв'язки інформатики, математики, фізики та інших дисциплін, що сприяє інтелектуальному розвитку вчителів на основі формування уявлень про цілісність бачення конкретної цілі, забезпечує формування навичок не тільки декларативні, але й процесуальні знання.

Можливості використання *програмно-апаратного комплексу* для вирішення заданих задач, обробки інформації, зберігання та подання даних і відомостей досить широкі. Викладач, використовуючи хмарні сервіси, вирішує поставлену перед ним задачу, і, таким чином, він не має психологічного бар'єру у застосуванні сучасних засобів ІКТ, а крім того, він також усвідомлює потрібність платформи для успішної реалізації проблеми. Рішення задач прикладного характеру за допомогою хмарних сервісів забезпечує можливість формування професійних компетентностей.

Доцільним є використання сучасного середовища навчання як одного з інструментів мотивації, для того, щоб розширити спектр діяльності викладачів та вчителів, підвищити ІКТ компетентність, сприяти формуванню креативності, показати можливості практичного використання та поліпшити реалізацію міжпредметних зав'язків. Основною перевагою застосування програмно-апаратного комплексу Arduino при проектуванні середовища навчання є розширення спектру засобів для роботи із сучасним обладнанням на онлайн платформі, до якої матимуть доступ всі учасники процесу навчання. Цей комплекс позитивно впливає на:

- формування навичок роботи в середовищі програмування мікроконтролерів;

- розвиток знань щодо структури програми та її елементів, змінних, виразів, масивів, логічних конструкцій, функцій, бібліотек тощо;
- удосконалення навичок написання програмного коду відповідно до поставленого завдання та перенесення його у середовище мікроконтролера; – основні поняття з електрики;
- формування знань про основні елементи цифрових схем;
- удосконалення навичок із розуміння, модифікації та конструювання електричних схем відповідно до пройденого матеріалу;
- формування навичок роботи із датчиками, їх налаштування, опрацювання даних з них та зчитування документації.

В мові Arduino не потрібно задавати відправну точку, як у мові C, де необхідно визначити основну програму. Під час запуску цієї програми, вона завантажує те, що називається об'єкт в об'єктно-орієнтованому програмуванні (ООП) в пам'ять. Об'єкти в ООП належать класам. Для кожного об'єкта того ж класу стан визначається у вигляді набору атрибутів або елементів, які можна розглядати як змінні, представлені як набір даних різних типів в пам'яті. Стан об'єкта може управлятись набором станів, призначених для виконання заданої операції по зміні або забезпеченню стану об'єкта. Якщо учень не знайомий з ООП, він може з'ясувати для себе, що стан - це набір змінних, методів та функцій.

Скетч Arduino складається з самостійного файлу, в якому, на відміну від мови C, користувачі повинні визначити принаймні, дві секції: перша називається `setup()`, а друга `loop()`. Змінні, доступні з обох секцій програми, повинні бути оголошені за їх межами, як глобальні змінні.

Як тільки програма запуситься, необхідно виконати операнди, розміщені в блоці `setup()`. Вони призначені для ініціалізації значень змінних на початку запуску, а також для налаштування портів периферії Arduino. Після закінчення обробки `setup()` Arduino почне циклічно виконувати інструкції в блоці `loop()`. Після виконання всіх операндів, цикл повторюватиметься знову і знову [6].

Використання Arduino має беззаперечні переваги, а саме:

- спрощує процес роботи з мікроконтролерами у порівнянні з іншими пристроями для вчителів;
- плати Arduino відносно дешевші в порівнянні з іншими платформами;

– плати Arduino кросплатформені (можна працювати під управлінням ОС Windows, Mac OS і Linux);

– система Arduino має просте і зрозуміле середовище програмування.

– середовище програмування Arduino є додатком, що охоплює редактор коду, компілятор і спеціальний модуль для прошивки плати;

– мова програмування, що використовується в Arduino, є реалізацією Wiring, тобто це C / C ++, доповнений деякими бібліотеками;

– можливості плат Arduino можна розширити за допомогою особливих мікросхем, які називають «шилдами» (від англ. shields). Шилди встановлюються поверх основної плати і дають нові можливості. [7]

Основні риси функціоналу та особливості Tinkercad Circuits, що роблять доцільним її запровадження у середовище навчання вчителів, наступні: це онлайн платформа, тож для роботи потрібен лише Інтернет; є у наявності зручний графічний редактор для візуальної побудови електронних схем; доступним є набір попередньо встановлених моделей найбільш популярних електронних компонентів, відсортованих за типами компонентів; платформа містить симулятор електронних схем, за допомогою якого можна підключити створений віртуальний пристрій до віртуального джерела живлення і простежити, як воно буде працювати; можна також використати симулятор датчиків та інструментів зовнішнього впливу. Є можливості змінювати показники датчиків, стежити за тим, як в залежності від цього змінюються параметри системи; зручно використовувати вбудований редактор Arduino з монітором порту і можливістю налагодження; є вже розроблені для розгортання проекти Arduino зі схемами і кодом; візуальний редактор коду Arduino; дає можливість інтеграції з рештою функціональністю Tinkercad і швидкого створення для вашого пристрою корпусу та інших конструктивних елементів; створена модель може бути відразу відправлена на 3D-принтер; вбудовані підручники і величезне співтовариство з колекцією готових проектів.

Головне, що не потрібно завантажувати Arduino IDE, не потрібно шукати і викачувати популярні бібліотеки і sketch, не потрібно збирати схему і підключати плату – все знаходиться відразу на одній сторінці.

Переваги використання Tinkercad: безкоштовний онлайн сервіс; найпопулярніші компоненти для Arduino вже є у симуляторі; багато схем створено (можна їх дописувати і змінювати); ділитися проектом з іншими

людьми; постійне оновлення и доповнення; вікно написання коду не відрізняється від вікна Arduino IDE.

Недоліки використання Tinkercad: не вистачає компонентів, які створюються швидше, ніж встигають створити симулятор цього компонента. Дана методика використання програмно апаратного комплексу Arduino у хмарному сервісу Tinkercad виправдала себе при організації та проведенні навчального процесу під воєного стану в нашій країні. Лекційні, практичні та лабораторні проводились дистанційно, за допомогою одного з месенджерів для зв'язку з викладачем та за допомогою демонстрування робочого стола для чіткості та якості подачі інформації. Коже з цих уроків був записаний і потім був завантажений в GoogleDrive, на якому в будь яку хвилину можна було прееглянути урок, якщо щось не зрозуміло або виникли якісь питання в завданнях або лабораторних роботах.

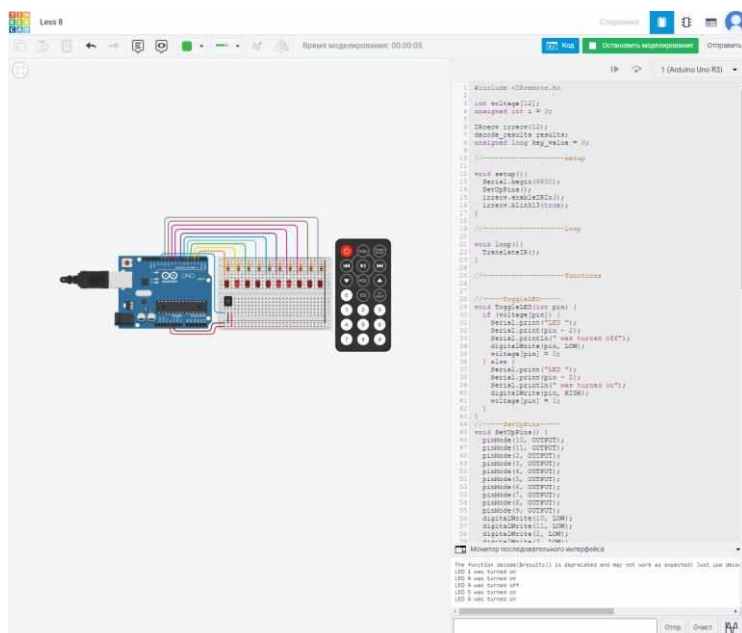


Рис 3.16. Приклад розбору з уроку на платформі Tinkercad

Для перевірки ефективності розробленої методики навчання було виконано порівняння навчальних досягнень вчителів за рівнями підготовки та відзначено позитивні показники успішності з опанування платформи.

Проведене дослідження свідчить, платформа Tinkercad є ефективним засобом для організації навчання вчителів інформатики та фізики використанню програмно-апаратного комплексу Arduino. Завдяки опануванню низки навчальних тем і проведення творчих робіт, які можна було організувати на єдиній платформі, до якої викладачі і вчителі могли

отримувати доступ у будь-якому місці і у будь-який час, значно розширилися можливості організації якісного навчання; розширився доступ до електронних ресурсів; підвищився рівень організації навчального процесу завдяки структуруванню матеріалу і підтримуванню ресурсів для вивчення в актуальному стані.

Завдяки використанню хмарних технологій можна сформувати поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати у вчителів правильне ставлення до роботи, орієнтування та обізнаність щодо роботи з навчальними проектами, ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організовувати час і наявні ресурси, технічно правильно та доцільно розповідати про датчики та їх особливості, розуміти відмінності датчиків один від одного, орієнтуватись у бібліотеках та знати як їх встановлювати. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього фахівця в інформаційному суспільстві, що ставить перед його членами нові, сучасні вимоги та можливості для розвитку.

Впровадження розробленої методики використання програмно-апаратного комплексу Arduino у навчанні вчителів інформатики та фізики створює умови для покращення результатів цього процесу. При розробленні методики було використано досвід вітчизняних та зарубіжних фахівців. Проведено аналіз платформ та середовищ, з якими можливо працювати онлайн так, щоб це було зручно для опанування та інноваційно.

3.6 Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у навчанні студентів

Як було зазначено вище, у низці державних документів наголошено на важливості цифровізації освітньої сфери [172; 182], забезпеченні сталого розвитку цифрової компетентності фахівців освітньої галузі [56], подолання дефіциту висококваліфікованих кадрів для повноцінного розвитку цифрової економіки та цифровізації взагалі [182] і т.ін. Дійсно, успішність цифровізації освіти, у т.ч. в напрямі запровадження перспективних хмарних технологій відкритої науки, залежить від кадрового потенціалу – фахівців, які безпосередньо включені в процеси цифрової трансформації освіти, а також від планомірності, системності, узгодженості, координації дій усіх учасників.

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

зкладах 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 ґрунтового 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.

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. Розглядаються 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 по цьому модулю 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. Існує два підходи до вивчення даного матеріалу – створення кожним студентом індивідуально віртуальної машини у власному акаунті, наприклад, на AWS, або створення викладачем віртуальної машини, тоді на практичних заняттях студенти навчаються отримувати доступ до віртуальної машини і здійснювати з нею певні дії. Для даного курсу було обрано другий підхід, що 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. На рис. 3.17. зображено процес підключення до віддаленого робочого столу, здійснений студентом, а на рис. 3.18 – вікно віртуальної машини, до якої отримано доступ в результаті.

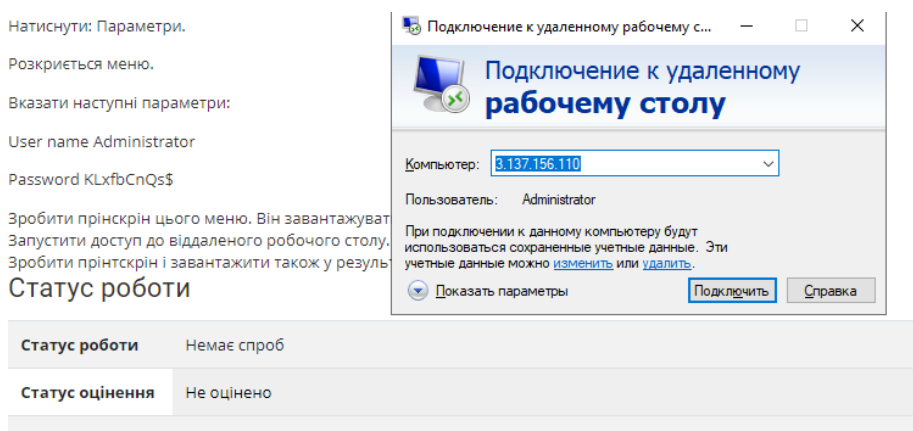


Рис. 3.17. Підключення до віртуального робочого столу.

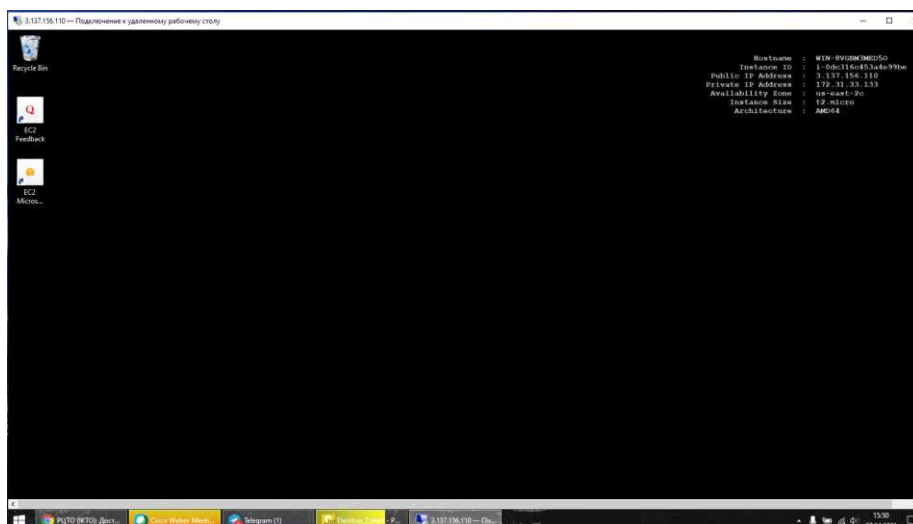


Рис. 3.18. Віртуальний робочий стіл.

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 проектуванні є принципи FAIR даних (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Тобто це 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. 3.19 зображено Імпорт даних, що був виконаний студентом протягом практичної роботи.

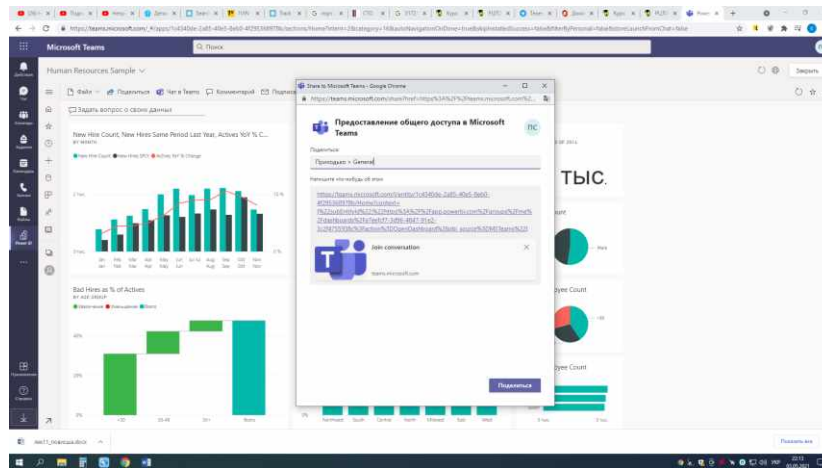


Рис. 3.19. Імпорт даних в Power BI.

Після проходження курсу переважна кількість студентів (75%) продемонстрували високий рівень обізнаності з концепцією відкритої науки, вміння використовувати зазначені сервіси.

Вважаємо, що розроблений курс є лише першим кроком на шляху до поглиблення актуальних компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої педагогічної освіти.

Підсумовуючи вищесказане, можемо дійти таких висновків:

- Відкрита наука – це нова концепція наукового процесу, заснована на високих стандартах прозорості і співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення знань з використанням цифрових технологій;

- Хмаро орієнтовані системи відкритої науки – гнучкі, потужні, функціональні засоби, запровадження яких має позитивно позначитися на забезпеченні ширшого доступу до сучасних цифрових технологій, розширенні частки дослідницького підходу у навчанні, реалізації всіх складників відкритої науки, підвищенні якості наукових досліджень і освітніх послуг загалом;

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

- Ефективність підготовки кадрів цифровізації освіти значно вища, якщо забезпечено умови наскрізності, наступності цієї підготовки, зокрема за такою базовою моделлю: бакалаврат – магістратура – аспірантура – підвищення кваліфікації. При цьому формування здатності застосовувати актуальні технології відкритої науки є важливим компонентом цієї

підготовки. Цього можна досягти шляхом забезпечення інтегрованості змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, впровадженням спеціалізованих дисциплін;

- Авторський курс «Розумні технології в освіті» є лише першим кроком на шляху до поглиблення актуальних компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої педагогічної освіти.

Таким чином, проблема впровадження хмарних технологій відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті у закладах вищої педагогічної освіти наразі є актуальною та потребує подальших досліджень. Зокрема, вважаємо доцільним обґрунтування і розроблення відповідних моделей та методик широкого запровадження цих технологій в освітній процес, уніфікацію освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої педагогічної освіти.

ВИСНОВКИ

В процесі дослідження було встановлено, що існує взаємозв'язок між відкритою наукою та відкритою освітою, що цілі та принципи відкритої науки можна впровадити в закладах вищої освіти. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки майже не використовуються в закладах вищої освіти та на курсах підвищення кваліфікації вчителів. Тобто існують проблеми з використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки через недостатню розробленість методик їх використання.

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

Використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів містить наступні компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний.

В дослідженні було визначено критерії (форми подання навчального матеріалу та мультимедійність, структура представлення інформації, взаємодія з навчальним контентом, варіативність змісту навчального матеріалу) та показники добору цифрових технологій для реалізації процесу навчання.

Методична система використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти охоплює низку окремих методик використання хмарних сервісів (чи хмаро орієнтованої системи). До складу методичної системи належать: методика використання хмарних сервісів відкритої науки вчителями 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). Дані методики можуть впроваджуватись відокремлено в різних установах та в змісті різних курсів підвищення кваліфікації. Проте, передбачено і послідовне використання методик.

Методику використання хмарних сервісів відкритої науки вчителями в освітньому середовищі школи краще використовувати в якості базового рівня методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Дана методика призначена в першу чергу для вчителів, які планують працювати в науковому ліцеї. Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-

математичних предметів в науковому ліцеї (використання на середньому рівні) орієнтована на вчителів, які щойно почали працювати в науковому ліцеї. Остання методика, що призначена для використання на вищому рівні, може бути застосована для вчителів наукових ліцеїв, що планують підвищити свою кваліфікацію для роботи з учнями 11 класів.

Методика використання хмарних сервісів EOSC для студентів закладів вищої педагогічної освіти зі спеціальності «Освітні/Педагогічні науки», спеціалізації «ІКТ в освіті» спрямована на формування цифрових компетентностей майбутніх вчителів і викладачів закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

Застосування хмарних сервісів відкритої науки, зокрема, європейських дослідницьких інфраструктур; науково-освітніх мереж; хмарних сервісів збирання, подання і опрацювання даних; а також сервісів Європейської хмари відкритої науки призводить до розвитку і модернізації освітньо-наукового середовища закладів вищої освіти.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти : монографія / Дем'яненко В. М. та ін. ; за наук. ред. М. П. Шишкіної. Київ : Педагогічна думка, 2020. 183 с.

2. Архіпова Т. Л., Зайцева Т. В. Використання «хмарних обчислень» у вищій школі. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. Вип. 17. С. 99-108.

3. Бахмат Н. В. Хмаро орієнтоване середовище педагогічної підготовки вчителів початкової школи: навчально-методичне забезпечення. *Педагогічні інновації : ідеї, реалії, перспективи*, 2016. Вип. 1. С. 83-87.

4. Березюк О. В. Цифрові технології в процесі вивчення студентами безпекових дисциплін. *Побудова інформаційного суспільства : ресурси і технології* : матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 19-20 вересня 2019 р. / МОН України, УкрІНТЕІ [та ін.]. Київ, 2019. С. 318-321. URL : tinyurl.com/jn4qxqdd (дата звернення: 02.02.2021).

5. Биков В. Ю. *Моделі організаційних систем відкритої освіти* : монографія. Київ : Атіка, 2009. 684 с.

6. Биков В. Ю. Технології хмарних обчислень – провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти України. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 6. С. 3-11.

7. Биков В. Ю., Гуржій А. М., Шишкіна М. П. Концептуальні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу вищої педагогічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2018. № 50. С. 20-25.

8. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 2. С. 30-52.

9. Биков В. Ю., Шишкіна М. П., Гуржій А. М. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №2. С. 30-52.

10. Бобилев Д. Є., Попель М. В. Підтримка самостійної роботи засобами SageMathCloud при навчанні курсу «Диференціальні рівняння» майбутніх вчителів математики. *Новітні комп'ютерні технології*, 2017. Том XV. С. 201-205.

11. Вакалюк Т. А. Зарубіжний досвід розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища вищого навчального закладу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 11. Частина 2. С. 16-23.

12. Вакалюк Т. А. Модель хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. 56 (6). С. 64-76. URL :

<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1415/1098> (дата звернення: 12.12.2021).

13. Вакалюк Т. А. Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2019. 614 с.

14. Вакалюк Т. А. *Хмарні технології в освіті*: Навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. Житомир : ЖДУ, 2016. 72 с.

15. Вакалюк Т. А., Мар'єнко М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2021. 81(1). С. 340-355. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225/>.

16. Вакалюк. Т. А., Спирін О. М. Інформаційно-цифрові технології : сутність поняття. Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали науково-практичної конференції, 11 лютого 2021 р., м. Київ / упоряд. О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. С. 16-17.

17. Василенко А. Ю. Розвиток та реалізація політики відкритої науки в державах ЄС: приклад Франції. *Державне управління: теорія та практика*. 2019. № 1. С. 71-77.

18. Васильєв С. В., Маляр С. А. Правові засади запровадження режиму воєнного стану в Україні. *Наука і техніка сьогодні*. 2022. № 3 (3), С. 22-30. DOI : [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-3\(3\)-22-30](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-3(3)-22-30)

19. Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя : метод. посіб. / Барладим В. М., Берідзе К. С., Бруняка А. В., Горбаченко С. В., Коваленко В. В., Носенко Ю. Г., Мар'єнко М. В., Семеріков С. О., Шишкіна М. П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : Педагогічна думка, 2020. 148 с.

20. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації. / Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. / За ред. М. В. Мар'єнко, А. С. Сухіх. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. 87 с.

21. Волошина Т. В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 293 с.

22. Гагарін О. О., Титенко С. В. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. 2007. №6 (56). С. 37-48.

23. Голуб Б. Л. Хмарний сервіс Discord : поради для проведення онлайн лекцій. URL : <https://nubip.edu.ua/node/73205> (дата звернення: 15.05.2020).

24. Грачев О. О., Овчарова Л. П. Сучасні дослідження і розробки ОЕСР у галузі освіти, науки, технологій та інновацій. *Наука та наукознавство*. 2017. № 4. С. 18-34.

25. Гринько В. О. Розвиток ІК-компетентності майбутніх учителів початкових класів у контексті формування вмінь здійснювати профілактику комп'ютерної залежності в учнів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. № 43 (5). С. 84-93. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v43i5.1112>

26. Гуржій А. М., Глазунова О. Г., Волошина Т. В., Корольчук В. І., Якобчук О. В. Хмарні ресурси та сервіси для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій: критерії добору, приклади використання. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. № 3(40). С. 7-28.

27. Гуржій А. М., Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси – від теорії до практики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2014. № 38. С. 3-11.

28. Дем'яненко В. Б. Онтологічна модель мережецентричного науково-освітнього середовища. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали третьої міжнародної конференції. Одеса, 25-27 жовтня 2017 р. Одеса, 2017. С. 18-22.

29. Дем'яненко В. М. Психолого-педагогічні аспекти адаптивного навчання. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали третьої міжнародної конференції. Одеса, 25-27 жовтня 2017 р. Одеса, 2017. С. 22-26.

30. Десять лет с Будапештской инициативой открытого доступа: устанавливая открытость. URL : <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/russian> (дата звернення: 26.04.2021).

31. Долгова Т. В. Интерактивное образование. URL : <https://interactiv.su/2017/12/31/смешанное-обучение-инновация-xxi-века> (дата звернення: 26.04.2021).

32. Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору. URL : <https://mon.gov.ua/ua/tag/era-ua> (дата звернення: 12.12.2021).

33. Дослідження стану реалізації дистанційного навчання в Україні (березень – квітень 2020 р.) 2020, Центр інноваційної освіти “Про.Світ”. URL : https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/Research2020_ProSvit_MF1.pdf. (дата звернення: 20.04.2022).

34. Європейська хмара відкритої науки як глобальний інструмент наукових досліджень. URL : <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=6661> (дата звернення: 12.12.2021).

35. Європейський досвід розвитку цифрової компетентності вчителя в контексті сучасних освітніх реформ / О. О. Гриценчук та ін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. № 65 (3). С. 316-336. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2387>.

36. Євтушенко Н. В. Інформаційна культура в системі підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів післядипломної освіти України. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2019. VII (78), Issue : 196. С. 51-53.

37. Євтушенко Н. В. Характеристика системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів у системі післядипломної освіти України. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи* : зб. наук. праць / Міністерство освіти і науки України, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 76. С. 67-71. DOI : <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2020.76.14>

38. Євтушенко Н. В. Цілі та завдання підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів в умовах реформування освіти України. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2018. VI (72), Issue : 174. С. 35-38.

39. Жежнич П. І., Березко О. Л. ОПТИМА. Відкриті практики, прозорість та добросовісність для сучасної вищої школи (ОПТИМА). 2021. URL : <https://ipnu.ua/optima> (дата звернення: 10.01.2021).

40. Жила Г. В. Цифрові технології і викладання іноземних мов. Стратегічні напрямки розвитку науки : фактори впливу та взаємодії : матеріали міжнародної наукової конференції (Т.4), 22 травня, 2020 р. Суми, 2020. С. 52-53.

41. Жугастров О. О. Хмарні обчислення: сутність, недоліки, переваги. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 2. С. 54-56.

42. Закон України про повну загальну середню освіту. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text/> (дата звернення: 12.12.2021).

43. 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.

44. Каплун С. В. Особливості організації підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах дистанційного та змішаного навчання. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи : 2021 (Подолання викликів у період карантину, спричиненого COVID-19) : зб. матеріалів всеукр.наук.-практ.семінару (Київ, 2 березня 2021 р.) / за заг.ред. О. В. Овчарук. Київ : Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: 2021. С. 57-60.

45. Касьянова Е. В. Адаптивная система поддержки дистанционного обучения программированию. *Проблемы интеллектуализации и качества систем программирования*. Новосибирск : ИСИ СО РАН, 2006. С 85-112.

46. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Формування цифрових навичок в учнів під час змішаного навчання. *Збірник матеріалів ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021»* (Київ, 30 листопада 2021 р.). К., ПТЗН НАПН України 2021. С. 87-89.

47. Коваленко В. В. Використання хмарних сервісів у підготовці майбутніх соціальних працівників. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі*: матеріали 10-ї конф. 21-23 листопада 2018 р. 2018. С. 37-40.

48. Коваленко В. В., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*, 2020. Вип. 3 (25). Ч. 2. С. 67-74.

49. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості впровадження змішаного навчання у закладах загальної середньої освіти. *Нова педагогічна думка*. 2021. Вип. 3 (107). С. 86-90.

50. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Розвиток цифрової компетентності вчителя з використання електронних технологій оцінювання навчальних досягнень учнів. Збірник матеріалів Звітної наукової конференції Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : Збірник матеріалів наукової конференції. Київ : ІТЗН НАПН України, 2020. С. 136-138.

51. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. *Освітній дискурс*, 2021. 37 (10). С.

52. 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. Вип. 38(11). С. 56-64. DOI : [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-4](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-4)

53. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. Оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс*, 2021. 34 (6). С. 62-71.

54. Когут У. П. Класифікація та критерії вибору програмних засобів для фундаменталізації підготовки бакалаврів інформатики з інформатичних дисциплін. *Інформаційні технології в освіті*. 2012. № 11. С. 88-97.

55. Колос К. Р. Теоретико-методичні засади проектування і використання комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти: дис. ... канд. наук : 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2017. 453 с.

56. Концепція цифрової трансформації освіти і науки. 2021. URL: <http://surl.li/byvla> (дата звернення: 10.05.2022).

57. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики : дис. к. пед. наук : 13.00.10 / Житомирський державний університет імені Івана Франка, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 356 с.

58. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики: автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2018. 20 с.

59. Коротун О. В. Система управління навчанням CANVAS як компонент хмаро орієнтованого навчального середовища. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2016. IV(45). С. 30-33.

60. Коротун О. В. Хмаро орієнтована система управління навчанням Canvas. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2016. 55 (1). С. 230-239.

61. Корсікова К. Г. Самоосвіта сучасного вчителя як безперервний процес удосконалення педагогічної майстерності. *Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень*. 20 березня 2020 р. 2020. С. 97-99.

62. Кравцов Г. М. Роль стандартів в управлінні якістю електронних освітніх ресурсів. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. № 14. С. 71-79.

63. Кривонос О. М., Коротун О. В. Етапи проектування хмаро орієнтованого середовища навчання баз даних майбутніх учителів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. 63(1). С. 130-145. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1866/1299> (дата звернення: 12.12.2021).

64. Кривонос О. М., Коротун О. В. Змішане навчання як основа формування ІКТ-компетентності вчителя. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. Вип. 8 (2). С. 19-23. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_2015_8\(2\)_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_2015_8(2)_6) (дата звернення: 12.12.2021).

65. Крутова Н. І. Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у систему підвищення кваліфікації педагогічних працівників. *Нова педагогічна думка*. 2019. 1 (97). С. 34-36.

66. Кузьмінська О. Г. Теоретико-методичні засади проектування і застосування цифрового освітнього середовища наукової комунікації магістрів-дослідників : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Національний університет біоресурсів і природокористування України, Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Старобільськ, 2020. 684 с.

67. Куриш Н. К. Впровадження біхронного режиму онлайн-навчання в закладах післядипломної педагогічної освіти. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2021. № 3 (39). С. 199-204. URL : https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2022-01/pedagogics.journalsofznu.zp.ua_3_2021_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf#page=199 (дата звернення: 10.05.2022).

68. Кухаренко В. М. Змішане навчання. Вебінар. URL : <http://www.wiziq.com/online-class/2190095-intel-blended> (дата звернення: 12.12.2021).

69. Литвинова С. Г. Етапи, методологічні підходи та принципи розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 4. С. 5-11.

70. Литвинова С. Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв. *Науковий вісник ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2021. Вип. 1 (48). С. 225-230.

71. Литвинова С. Г. *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу*: монографія. Київ: ЦК «Компринт», 2016. 354 с.

72. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу, дис. д-ра пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 602 с.

73. Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В. Програма навчальної дисципліни «Хмаро орієнтовані технології підтримки науково-освітньої діяльності» для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня «доктор філософії». *Нова педагогічна думка*: науково-методичний журнал. Рівне: РОППО, 2020. № 4 (104). С. 30-36. DOI: <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2020-104-4-30-36>.

74. Литвинова С. Г., Спірін О. М., Анікіна Л. П. *Хмарні сервіси Office 365*: навч. посібник. Київ, 2015. 170 с.

75. Лотюк Ю. Г. Хмарні технології у навчальному процесі ВНЗ. *Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ*. 2013. Вип. 1. С. 61-67. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppog_2013_1_10 (дата звернення: 12.12.2021).

76. Лупаренко Л. А., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. Концептуальний апарат дослідження хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів. *Інноваційна педагогіка*, 2020. Вип. 29, Т.2. С.179-183.

77. Манак А. Ф. Особливості управління педагогічними системами. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали першої міжнародної конференції. Одеса, 23-25 вересня 2015 р. Одеса, 2015. С. 15-17.

78. Манак А. Ф., Сеница Е. М. ИКТ в обучении: взгляд сквозь призму трансформаций. *Образовательные технологии и общество*. 2012. Том 15, № 3. С. 392-413. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v15_i3/html/6.htm (дата звернення: 12.12.2021).

79. Мандзій Л. С. Професійний розвиток педагога: нові можливості у 2020. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/03/Prezentatsiya-MON-Pidvyshhennya-kvalifikatsiyi-pedagogiv-ZZSO.pdf> (дата звернення: 31.05.2021).

80. 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.

81. 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.

82. 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. Вип. 45. С. 283-286. DOI : <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/45.59>.

83. 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> (дата звернення: 02.12.2020).

84. 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.

85. 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.

86. Мар'єнко М. В. Етапи проектування 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.

87. 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.

88. 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.

89. 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.

90. 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> (дата звернення: 02.12.2020).

91. 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.

92. 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 «ХП», 2020. С. 385-387.

93. 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.

94. 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.

95. 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.

96. 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.

97. 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.

98. 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.

99. 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.

100. 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.

101. 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.

102. 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.

103. 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 : ІЦО НАПН України, 2022. С. 117-119. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730487/1/Marienko%20Zvitna%202022.pdf> (дата звернення: 01.06.2022).

104. 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.

105. 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/> (дата звернення: 04.09.2021).

106. 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.

107. 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.

108. 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.

109. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Використання хмаро орієнтованих практикумів у навчанні майбутніх ІТ-фахівців. *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2021. Вип. 36 (8-9). С. 42-49.

110. 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).

111. 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.

112. 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.

113. 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>.

114. 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>.

115. 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.

116. 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.

117. 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.

118. 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.

119. 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>.

120. Маркова О. М., Семеріков С. О., Стрюк А. М. Хмарні технології навчання : витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Т. 46, № 2. С. 29-44. URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1234/916> (дата звернення: 02.12.2020).

121. Марченко, Н. В. Форми підвищення кваліфікації вчителів. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2019. 2(24). С. 148-153. DOI : <https://doi.org/10.24919/2308-4863.2/24.176839>.

122. Мерзликін П. В., Попель М. В., Шокалюк С. В. Сервіси середовища SageMathCloud та їх дидактичний потенціал у процесі навчання інформатичних та математичних дисциплін. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017)*. Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017. CEUR-WS.org, 2018. Vol. 2168. P. 13-19. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/>. (Last accessed: 07.11.2018).

123. Мета і цілі проєкту OPTIMA. URL : <https://lpnu.ua/optima/meta-i-tsili-proiektu> (дата звернення: 10.01.2021).

124. Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу : монографія / Дем'яненко В. М. та ін.; за наук. ред. : М. П. Шишкіної. Київ : Педагогічна думка, 2017. 146 с.

125. Миколаївські вчителі долучилися до «Європейської хмари відкритої науки». URL : <https://suspilne.media/131587-mikolaiivski-vciteli-dolucilisa-do-evropejskoi-hmari-vidkritoi-nauki/> (дата звернення: 12.12.2021).

126. Морзе Н. В., Кузьмінська О. Г. Хмарні обчислення в освіті : досвід та перспективи впровадження. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2012. № 1. С. 109-114.

127. Морзе Н. В., Кузьмінська О. Г. Педагогічні аспекти використання хмарних обчислень. *Інформаційні технології в освіті*. 2011. № 9. С. 20-29.

128. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 27.05.2020).

129. Нікшич С. М. Об'єкти логістичних витрат промислових підприємств. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*, 2007. № 594. С. 477-483.

130. Новиков Д. А. *Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи)*. Москва : МЗ-Пресс, 2004. 67 с.

131. Носенко Ю. Г. Шишкіна М. П. Розвиток сервісів і систем відкритої науки. *Освітній дискурс : збірник наукових праць*. 2021. Вип. 38 (11-12). DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-3](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-3).

132. Носенко Ю. Г., Попель М. В., Шишкіна М. П. Хмарні сервіси і технології у науковій і педагогічній діяльності : методичні рекомендації. Київ : ІТЗН НАПН України, 2016. 73 с.

133. Носовець Н. М. Професійна підготовка майбутніх учителів у країнах західної Європи. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2015. Вип. 130. С. 68-72.

134. Овчарук О. В., Іванюк І. В. Результати онлайн-опитування «Готовність і потреби вчителів щодо використання цифрових засобів та ІКТ в умовах карантину: січень-лютий 2022 : аналітичний звіт. Київ: ІЦО НАПН України, 2022. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730808/> (дата звернення: 22.08.2022).

135. Овчарук О. В. Сучасні підходи до розвитку цифрової компетентності людини та цифрового громадянства в європейських країнах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2020. Том 76, № 2. С. 1-13. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3526/1638> (дата звернення: 19.06.2020).
136. Олексюк В. П. Організаційно-технічні аспекти розгортання корпоративної хмари як складової ІТ-інфраструктури ВНЗ. FOSS Lviv 2014, 24-27 квітня 2014 р. Львів, 2014 С. 67-71.
137. Олексюк О. Р. Застосування технології доповненої реальності в освітній галузі. Освіта ХХІ століття: реалії та перспективи розвитку: зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. м. Тернопіль, 6 листопада. 2020 р. Тернопіль, 2020. С. 177-179.
138. Омельчук С. А., Степанова М. О. Трансформація структури сучасного уроку української мови в умовах дистанційного навчання. *Зб. наук. пр. "Педагогічні науки"*. 2021. Вип. 97, С. 12-21. URL : <https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/4489/3961> (дата звернення: 20.06.2022).
139. Орехова В. В. Відкрита наука в бібліотеці закладу вищої освіти: концепція, реалізація, перспективи. Бібліотека закладу вищої освіти в умовах трансформаційних змін : відкрита наука, відкритий доступ, цифрова педагогіка : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Полтава, 20-21 верес. 2018 р.). ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2018. С 20-26.
140. Осадча К. П. Адаптивні системи управління навчанням в діяльності тьютора. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали другої міжнародної конференції. Одеса, 21-23 вересня 2016 р. Одеса, 2016. С. 75-81.
141. Освітня програма Криворізького навчально-виховного комплексу №35 «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – багатoproфільний ліцей «Імпульс» Криворізької міської ради Дніпропетровської області на 2021-2022 роки. Кривий Ріг, 2021. 30 с.
142. Пасмор Ю. В., Кулик М. М. Інформаційні технології та ресурси Open Science : бібліометричне, наукометричне бачення. *Право та інновації*. 2020. 3 (31). С. 24-34.
143. Пікуляк М. В. Моделювання сценаріїв адаптивного навчання в системі дистанційної освіти. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал. 2016. Вип. 3 (9). С. 77-81.
144. Положення про Відокремлений підрозділ «Науковий ліцей» Державного університету «Житомирсько політехніка». Житомир, 2021. 20 с.
145. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти. Наказ Міністерства освіти і науки України 08 вересня 2020 року № 1115. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text> (дата звернення: 02.02.2021).

146. Попель М. В. Power BI як інструмент кількісного та якісного опрацювання результатів наукових досліджень. *Новітні комп'ютерні технології*. 2018. Том XVI. С. 116-122.

147. Попель М. В. Адаптивні хмаро орієнтовані системи : передумови виникнення. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : збірник матеріалів наукової конференції. Київ, 2018. С. 227-230.

148. Попель М. В. Використання хмарного сервісу CoCalc для підтримування спільної роботи студентів. *Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу* : монографія / [Дем'яненко В. М., Коваленко В. В., Кравченко А. О. Носенко Ю. Г., Попель М. В., Рассовицька М. В., Стрюк А. М., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. та ін.] ; за наук. ред. М. П. Шишкіної. К. : Атіка, 2017. С. 80-96.

149. Попель М. В. Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем. Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2018» (16 листопада 2018 р., м. Київ). Київ, 2018. С. 123-125.

150. Попель М. В. Зарубіжний досвід розробки плагіну для Moodle. *«MoodleMoot Ukraine 2018. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle»*. Тези доповідей шостої міжнародної науково-практичної конференції. (Київ, КНУБА, 25 травня 2018). Київ, 2018. С. 32.

151. Попель М. В. Можливості організації групової роботи студентів із використанням CoCalc. *Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів та комп'ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці* : зб. матеріалів у II Всеукраїнської конференції, 28 березня 2018 р. Київ, 2018 р. С. 78-82.

152. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник, 2-ге видання, виправлене. Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. 111 с.

153. Попель М. В. Організація спільної роботи слухачів із використанням хмарних сервісів у процесі навчання математичних дисциплін. Збірник матеріалів методологічного семінару «Нові тенденції і явища у дитячому і молодіжному середовищі в Україні : цивілізаційний, культурологічний, інформаційний виміри». Київ : НАПН, 2017. С. 89-94.

154. Попель М. В. Розробка плагінів для Moodle : зарубіжний досвід. Шоста міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2018. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle». Київ, КНУБА, 25 травня 2018. Київ, 2018. URL : <http://2018.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=16> (дата звернення: 07.11.2018).

155. Попель М. В. Сучасний стан розвитку і використання хмаро орієнтованих систем у процесі підготовки вчителів. Звітна наукова

конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : збірник матеріалів наукової конференції. Київ, 2019. С. 49-50.

156. Попель М. В. Сучасний стан розвитку наукових досліджень проектування адаптивних хмаро орієнтованих систем. Адаптивні технології управління навчанням : матеріали четвертої міжнародної конференції. Одеса, 24-26 жовтня 2018 р. Одеса, 2018. С. 36-39.

157. Попель М. В. Сучасний стан розроблення теоретико-методичних засад проектування хмаро орієнтованих методичних систем підготовки вчителів. Збірник матеріалів V Міжнародної наукової конференції «Цифрова освіта в природничих університетах». Київ, 2018. С. 44-47.

158. Попель М. В. Тенденції розвитку і використання хмаро орієнтованих систем у підготовці вчителів країн Європи. Інформаційно-цифровий освітній простір України : трансформаційні процеси і перспективи розвитку. Матеріали методологічного семінару НАПН України. 4 квітня 2019 р. / ред. В. Г. Кремінь, О. І. Ляшенко ; укл. А. В. Яцишин, О. М. Соколюк. 2019. С. 243-250.

159. Попель М. В. *Хмарний сервіс CoCalc як засіб формування професійних компетентностей учителя математики* : монографія. Кривий Ріг : Видавничий центр Криворізького національного університету, 2018. 241 с.

160. Попель М. В. Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2017. 311 с.

161. Попель М. В., Бобилев Д. Є. Диференціація навчання майбутніх вчителів математики комплексному аналізу засобами CoCalc. *Новітні комп'ютерні технології: спецвипуск «Хмарні технології в освіті»*, 2019. Т. 17. С. 192-200.

162. Попель М. В., Семеріков С. О., Шокалюк С. В. Дидактичний потенціал CoCalc у навчанні природничо-математичних та інформатичних дисциплін. *Новітні комп'ютерні технології: спецвипуск «Хмарні технології в освіті»*. 2019. Т. 17. С. 152-158.

163. Попель М. В., Шокалюк С. В. Програмні засоби навчального моделювання. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики, фізики, інформатики у середніх та вищих навчальних закладах : зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук.-метод. конф. молодих науковців, 17-18 лют. 2011 р. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2011. С. 364-367.

164. Попит на сервіси для відеоконференцій зріс більш ніж у 7 разів. URL : <https://www.globallogic.com/ua/about/news/video-conferencing-services/> (дата звернення: 15.05.2020).

165. Постанова Про встановлення карантину з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, та етапів послаблення протиепідемічних заходів. URL : <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro->

vstanovlennya-karantynu-z-metoyu-zapobigannya-poshirennyu-na-teritoriyi-ukrayini-gostroyi-respiratornoyi-hvorobi-covid-19-sprichinenoyi-koronavirusom-sars-cov-i200520-392. (дата звернення: 20.10.2020).

166. Проект положення про електронні освітні ресурси / Биков В. Ю. та ін. 2013. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1041> (дата звернення: 28.05.2020).

167. Рекомендації щодо впровадження змішаного навчання у закладах фахової передвищої та вищої освіти. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/rekomendacij-shodo-vprovadzhennya-zmishanogo-navchannya-u-zakladah-fahovoyi-peredvishoyi-ta-vishoyi-osviti> (дата звернення: 28.05.2020).

168. Словак К. І. Інформаційно-комунікаційні технології активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. *Науковий вісник Донбасу*. 2011. № 3 (15). URL : <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN15/11skinds.pdf> (дата звернення: 28.05.2020).

169. Сороко Н. В. Використання хмарних обчислень для розвитку інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів (досвід країн Балтії). *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної технологічної освіти*. 2017. № 2 (11). С. 45-53.

170. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. № 1(33). URL : <https://doi.org/10.33407/itlt.v33i1.788> (дата звернення: 28.05.2020).

171. Срагович В. Г. *Адаптивное управление*. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. 384 с.

172. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. 2020. URL: <http://surl.li/mphq> (дата звернення: 10.05.2022).

173. Тарнавська С. В., Серета Х. В. Українські дослідницькі е-інфраструктури як інструмент інтеграції молодих вчених у міжнародний науковий простір. Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2019» (Київ, 4 жовтня 2019 р.). Київ : ЦП Компринт, 2019. С. 118-121.

174. Тимчук Л. І. Теоретико-методичні засади проектування цифрових нарративів у навчанні майбутніх магістрів освіти : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2017. 468 с.

175. Тлумачний словник з інформатики / Г. Г. Півняк, Б. С. Бусигін, М. М. Дівізінюк та ін. Дніпропетровськ : Д. Нац. гірнич. ун-т, 2010. 600 с.

176. Толочко С. В. Вимоги цифрового суспільства до компетентності викладачів у системі післядипломної педагогічної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 12, т. 2. С. 178-181.

177. Толочко С. В. Цифрова компетентність педагогів в умовах цифровізації закладів освіти та дистанційного навчання. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2021. Вип. 13 (169), С. 28-35. DOI : <https://doi.org/10.5281/zenodo.5077823>

178. Триус Ю. В. Педагогічне наставництво як елемент адаптивного управління в системі підготовки майбутніх учителів. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали першої міжнародної конференції. Одеса, 23-25 вересня 2015 р. Одеса, 2015. С. 19-21.

179. Триус Ю. В., Сотуленко О. О. Засоби комп'ютеризованого адаптивного навчання і тестування у ВНЗ. Адаптивні технології управління навчанням: матеріали другої міжнародної конференції (21-23 вересня 2016 р., Одеса). Одеса, 2016. С. 103-106.

180. Трубачева С., Прохоренко О. Технологія змішаного навчання в здоров'язбережувальному освітньому середовищі гімназії. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 4, с. 92-98. URL : <http://uej.undip.org.ua/upload/iblock/832/832009052dfb3a7f90e7ddb6955aec8c.pdf> (дата звернення: 28.05.2020).

181. Угода про асоціацію. URL : <https://eu-ua.kmu.gov.ua/uhoda-pro-asotsiatsiiu> (дата звернення: 28.05.2020).

182. Україна 2030Е — країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <http://surl.li/pmww> (дата звернення: 10.05.2022).

183. Уперше в Україні 60 шкіл та 30 закладів профосвіти пройдуть оцінку впровадження цифрових технологій за допомогою SELFIE – пілот триватиме у квітні-травні. URL : <https://mon.gov.ua/ua/news/upershe-v-ukrayini-60-shkil-ta-30-zakladiv-profosviti-projdut-ocinku-vprovadzhenya-cifrovih-tehnologij-za-dopomogoyu-selfie-pilot-trivatime-u-kvitni-travni> (дата звернення: 28.05.2020).

184. Усе в одному місці: як програма Discord допоможе організувати дистанційне навчання. URL : <https://nus.org.ua/articles/use-v-odnomu-mistsiyak-programa-discord-dopomozhe-organizuvaty-dystantsijne-navchannya/> (дата звернення: 15.05.2020).

185. Фомин В. Н., Фрадков А. Л., Якубович В. А. Адаптивное управление динамическими объектами. Главная редакция физико-математической литературы. Москва : Наука, 1981. 448 с.

186. Фандєєва А. Є. Змішане навчання як технологія змін і трансформації. *Народна освіта*. 2017. Вип. 2. С. 4-9. URL : https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=4544 (дата звернення: 15.05.2020).

187. Федорук П. І. Адаптація процесу навчання в системах дистанційної освіти на основі оцінки швидкості сприйняття та засвоєння знань студентами. Математичні машини і системи. 2006. № 2. С. 96-106.

188. Федорук П. І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Інтернет-технологій : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Національна академія Наук України Інститут проблем математичних машин і систем. Київ, 2009. 37 с.

189. Федорук П. І. Методологія організації процесу індивідуалізованого навчання із використанням адаптивної системи дистанційного навчання та контролю знань EDUPRO. *Медична інформатика та інженерія*. 2010. № 2. С. 28-34.

190. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: зб. тез доп. учасників, на Всеукр. наук.-практ. / ред. О. В. Овчарук. Київ : ІТЗН НАПН України, 2019.

191. Цифровізація освіти, досвід регіонів, актуальність для позашкільля – відбулась онлайн-сесія щодо дистанційного навчання. URL : <https://mon.gov.ua/ua/news/cifrovizaciya-osviti-dosvid-regioniv-aktualnist-dlya-pozashkillya-vidbulas-onlajn-sesiya-shodo-distancijnogo-navchannya> (дата звернення: 15.05.2020).

192. Черненко А. В. Цифрові технології у процесі навчання майбутніх учителів іноземних мов. *Педагогіка та психологія*. 2020. № 61. С. 193-200. DOI : <https://doi.org/10.34142/2312-2471.2019.61.20>.

193. Шадхін В. Ю., Компанієць В. О., Дель Д. Г. Класифікація атак на хмарні системи. Хмарні технології в освіті: матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). Кривий Ріг, 2012. С. 50-51.

194. Шишкіна М. П. Використання хмарних технологій у підтримуванні освітніх досліджень у просторі відкритої науки. *Новітні комп'ютерні технології*. 2018. Т. 16. С. 105-115.

195. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу, дис. д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 441 с.

196. Шишкіна М. П. Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу: монографія. Київ : УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.

197. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. № 2 (39). С. 7-19.

198. Шишкіна М. П., Попель М. В. Формування хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін на базі SageMathCloud. *Інформаційні технології в освіті*. 2016. № 1 (26). С. 148-165. URL : <http://ite.ksru.edu/home> (дата звернення: 01.02.2019).

199. Шишкіна М. П., Попель М. В. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-науковому середовищі університету. Збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019» (15-16 травня 2019 року). НУБіП України, м. Київ, Україна. 2019. С. 232-234.

200. Шишкіна М. П., Шокалюк С. В., Попель М. В. Використання сервісів SageMathCloud для організації і підтримування спільної роботи студентів. *Вісник Черкаського університету. Серія : Педагогічні науки : наук. журн.* 2016. С. 90-100.

201. Шишкіна М., Попель М. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-науковому середовищі університету. *VII Міжнар. наук.-практ. конф. "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019"*. 15-16 травня 2019 р. 2019. С. 232-234.

202. Штогун А. О. Психолого-педагогічні особливості організації самостійно-пізнавальної діяльності ліцеїстів з біології засобами інформаційних технологій. *Технології навчання*. 2015. № 15. С. 171-183.

203. ЮНЕСКО мобілізує зусилля з метою просування відкритої науки і зміцнення співпраці в контексті протидії COVID-19. URL : <https://unesco.mfa.gov.ua/news/yunesco-mobilizuye-zusillya-z-metoyu-prosuvannya-vidkritoyi-nauki-i-zmicnennya-spivpraci-v-konteksti-protidiyi-covid-19> (дата звернення: 01.02.2019).

204. Ярошенко Т. О. Відкритий доступ, відкрита наука, відкриті дані: як це було і куди йдемо : (до 20-ліття Будапештської ініціативи Відкритого доступу). *Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук*, 2021. № 8. С. 10-26. DOI : <https://doi.org/10.31866/2616-7654.8.2021.247582>.

205. Ярошинська О. О. Проектування освітнього середовища професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи як педагогічна проблема. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*, 2014. № 10 (Ч. 1). С. 110-119.

206. Ahmad, H., Zainuddin, N. M. M., Yusoff, R. C. M. Augmented Reality Operational Framework to Aid Al-Quran Memorization for Hearing Impaired Students. *Open International Journal of Informatics (OIJI)*. 2018. 6 (2). Pp. 22-32.

207. Albin A., Rajnai Z. General Architecture of Cloud. *Procedia Manufacturing*. 2018. 22(2018). Pp. 485-490. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.074>.

208. Alzakholi O., Haji L., Shukur H., Zebari R., Abas S., Sadeeq M. Comparison Among Cloud Technologies and Cloud Performance. *Journal of Applied Science and Technology Trends*. 2020. 1 (2). Pp. 40-47. DOI : 10.38094/jastt1219.

209. Arslan S., Mirici I. H., Öz H. Implementation and evaluation of an EFL teacher training program for non-formal education settings. *Elementary Education Online*. 2020. 19.3. Pp. 1337-1370. DOI : 10.17051/ilkonline.2020.729666

210. Attardi G., Barchiesi A., Colla A., Galeazzi F., Marzulli G., Reale M. 2017. Declarative Modeling for Building a Cloud Federation and Cloud Applications. *CoRRabs/1706.05272*. 2017. Pp. 1-23. URL : <http://arxiv.org/abs/1706.05272> (Last accessed: 12.12.2021).

211. Ayris P. Training early career researchers. *LEARN Toolkit of Best Practice for Research Data Management*. 2017. Pp. 96-101.

212. Bakeer H. M. S, Abu-Naser S. S. An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR)*. 2018. Vol. 2 Issue 12. Pp. 9-15.

213. Banks G. C. et al. Questions about questionable research practices in the field of management: A guest commentary. *Journal of Management*. 2016. No 42. Pp. 5-20.

214. Banks G. C., Field J. G., Oswald F. L., O'Boyle E. H., Landis R. S. R. D. E., Rogelberg S. G. Answers to 18 questions about open science practices. *Journal of Business and Psychology*. 2018. No 34. Pp. 257-270.

215. Bartling S., Friesike S. Opening science: The evolving guide on how the Internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. Heidelberg: Springer Open. URL : <https://www.springer.com/gp/book/9783319000251> (Last accessed: 12.12.2021).
216. Beck M. W. et al. The importance of open science for biological assessment of aquatic environments. *PeerJ*. 2020. 8:e9539. DOI : 10.7717/peerj.9539.
217. Benjamin D. J. et al. Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*. 2017. Pp. 6-10.
218. Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities. URL : <https://openaccess.mpg.de/Berlin-Declaration> (Last accessed: 12.12.2021).
219. Bozkurt F. Evaluation of social studies teacher training program in terms of 21st century skills. *Pamukkale University Journal of Education*. 2021. No. 51. Pp. 34-64. DOI :10.9779/pauefd.688622
220. Bradbury J. 3 ways to use augmented reality in hybrid learning, 2020. URL : <https://www.teachercast.net/3-ways-to-use-augmented-reality-in-hybrid-learning/>
<https://www.teachercast.net/3-ways-to-use-augmented-reality-in-hybrid-learning/> (Last accessed: 12.12.2021).
221. Budroni P., Claude-Burgelman J., Schoupe M. Architectures of Knowledge: The European Open Science Cloud. *ABI Technik*. 2019. No. 39. Pp. 130-141. DOI : 10.1515/abitech-2019-2006.
222. Bykov V. Y., Leshchenko M. P. Digital humanistic pedagogy: relevant problems of scientific research in the field of using ict in education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2016. Vol. 53(3). Pp. 1-17. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v53i3.1417>.
223. Bykov V. Yu., Shyshkina M. P. The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68, No. 6. P. 1-19. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409> (Last accessed: 10.01.2021).
224. 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. Vol. 76 (2). Pp. 304-320. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706> (Last accessed: 12.12.2021).
225. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-Based Learning and Research Environment Formation and Development in View Of The Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. No. 68 (6). Pp. 1-19. DOI : <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2609>.
226. Bykov V. Yu., Shyshkina M. P. The conceptual basis of the university cloud-based learning and research environment formation and development in view of the open science priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. No. 68(6). Pp. 1-19. URL :

<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409> (Last accessed: 12.12.2021).

227. Cabrera-Granado E. D. E., Calderón O. G., Maestre D., Domínguez-Adame F. Entornos de aprendizaje online para el cálculo computacional en ciencias. Online learning environments for scientific computation. Proceedings from La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España). Universidad Politécnica de Madrid, 2015. Pp. 802-806.

228. Chu H. C., Hwang G. J., Tsai C. C., Tseng J. C. A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*. 2010. No. 55(4). Pp. 1618-1627.

229. Consolidated Roadmap for a Possible UNESCO Recommendation on Open Science. URL : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000369699> (Last accessed: 12.12.2021).

230. Cushing R., Valkering O., Belloum A., Madougou S., Bobak M., Habala O. Tran V., Meizner J., Nowakowski P., Graziani M., Müller H. Process Data Infrastructure and Data Services. *Computing and Informatics*. 2020. No. 39. Pp. 724-756. DOI : 10.31577/cai_2020_4_724.

231. D1.3 Вимоги до платформи відкритого рецензування. URL : <https://lpnu.ua/optima/rezultaty-proiektu/d13-vymohy-do-platformy-vidkrytoho-retsenzuvannia> (дата звернення: 10.01.2021).

232. D1.4 Вимоги до оновлених навчальних програм з новими курсами з відкритої науки. URL : <https://lpnu.ua/optima/rezultaty-proiektu/d14-vymohy-do-onovlenykh-navchalnykh-program-z-novymy-kursamy-z-vidkrytoi> (дата звернення: 10.01.2021).

233. D6.1 Посібник команди проєкту та інші робочі документи. URL : <https://lpnu.ua/optima/rezultaty-proiektu/d61-posibnyk-komandy-proiektu-ta-inshirobochi-dokumenty> (дата звернення: 10.01.2021).

234. Demchenko Yu., de Laat C., Los W. Future Scientific Data Infrastructure: Towards Platform Research Infrastructure as a Service (PRIaaS). The 2020 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2020), The 18th Annual Meeting, 25-29 January 2021, Barcelona, Spain (Virtual/Online event). URL : <http://hpcs2020.cisedu.info/> (Last accessed: 12.12.2021).

235. Derksen M., Rietzschel E. F. Surveillance is not the answer, and replication is not a test: Comment on Kepes and McDaniel. How trustworthy is the scientific literature in I–O psychology? *Industrial and Organizational Psychology*. 2013. No. 6. Pp. 295-298.

236. Dhulavvagol P. M., Gurlahosur S. V., Shettar P., Meena S. M. Effectiveness of Laboratory Categorization for Attaining Program Outcomes at Undergraduate Level. *Journal of Engineering Education Transformations*. 2017. Vol. 3(30). Pp. 58-64.

237. Dijk W., Schatschneider C., Hart S. Open Science in Education Sciences. *Journal of Learning Disabilities*, 2020. July 2020. DOI : 10.35542/osf.io/qdj4t.

238. Doctoral Training Principles. URL : <https://euraxess.ec.europa.eu/belgium/jobs-funding/doctoral-training-principles>. (Last accessed: 24.06.2022).
239. Dubey K. et al. A Management System for Servicing Multi-Organizations on Community Cloud Model in Secure Cloud Environment. *IEEE Access*, 2019. Vol. 7. Pp. 159535-159546.
240. EDISON: building the data science profession. URL : <https://edison-project.eu/> (Last accessed: 12.12.2021).
241. Eduardo Jandre, Bruna Diirr, and Vanessa Braganholo. Provenance in Collaborative in Silico Scientific Research: a Survey. *SIGMOD Rec.* 2020. No. 49, 2 (June 2020). Pp. 36-51. DOI : <https://doi.org/10.1145/3442322.3442329> (Last accessed: 12.12.2021).
242. EOSC Portal – A gateway to information and resources in EOSC. URL : <https://eosc-portal.eu/> (Last accessed: 10.01.2021).
243. ERA-UA. URL : <https://mon.gov.ua/ua/tag/era-ua> (дата звернення: 10.01.2021).
244. Ethiraj S. K., Gambardella A., Helfat C. E. Replication in strategic management. *Strategic Management Journal*. 2016. No. 37. Pp. 2191-2192.
245. European Commission. Communication on the European Research Area: Progress Report 2014 (575 Final). European Commission, Brussels. 2014.
246. European Commission. URL : <http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud> (Last accessed: 12.12.2021).
247. Federer L., Qin J. Beyond the data management plan: Expanding roles for librarians in data science and open science. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*. 2019. No. 56.
248. Ferrari T., Scardaci D., Andreozzi S. The Open Science Commons for the European Research Area. *Earth Observation Open Science and Innovation / Mathieu P., Aubrecht C. (eds.). Springer, Cham, Switzerland, 2018. Vol. 15. Pp. 43-68.*
249. Filiposka S, et al. Distributed cloud services based on programmable agile networks. Proceedings of TERENA networking conference (TNC16), 13-16 June 2016, Prague, Czech Republic, 2016.
250. Francis T. A comparison of cloud execution mechanisms fog, edge, and clone cloud computing. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. 2018. 8. Pp. 4646-4653.
251. Gabriel A. S., Wessel J. L. Astep too far? Why publishing raw datasets may hinder data collection. *Industrial and Organizational Psychology: Perspectives on Science and Practice*. 2012. No. 6. Pp. 287-290.
252. Gilbert E.A., Corker K.S. Open Science. *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience*. 2018. Vol. V: Methodology. Pp. 729-776.
253. Glazunova O., Shyshkina M. The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Cloud - based Learning and Research Environment. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in

Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II : Workshops (2104), 2018. Pp. 332-347. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf (Last accessed: 28.02.2020).

254. Hassan N., Yau K., Wu C. Edge computing in 5g: A review. *IEEE*. 2019. Access 7. Pp. 127276-127289.

255. Hassan N., Yau K., Wu C., Edge computing in 5G: A review. *IEEE*. 2019. Access 7. Pp. 127276–127289.

256. Heck T., Peters I., Mazarakis A., Scherpc A., Blümel I. Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*. 2020. No. 36. Pp. 301-323. DOI : 10.3233/EFI-190272.

257. Hilpert S., Kaldemeyer C., Krien U., Günther S., Wingenbach C., Plessmann G. The Open Energy Modelling Framework (oemof). *Anew approach to facilitate open science in energysystem modelling*. URL : <https://www.preprints.org/manuscript/201706.0093/v1> (Last accessed: 28.02.2020).

258. Hofmann J. Top 10 Challenges of Blended Learning (And Their Solutions!). URL : <http://blog.insynctraining.com/top-10-challenges-of-blended-learning> (Last accessed: 12.12.2021).

259. Hume A., Cooper R., Borowski A. Correction to: Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science. *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. 2020. Pp. C1-C1.

260. Ignat T., Ayris P. Built to last! Embedding open science principles and practice into European universities. *Insights*. 2020. No. 33(1), 9. DOI : <http://doi.org/10.1629/uksg.501>.

261. Implementation Roadmap for the European Open Science Cloud URL : https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/swd_2018_83_f1_staff_working_paper_en.pdf#view=fit&pagemode=none (Last accessed: 28.02.2020).

262. Istrate O., Găbureanu S. Fresh Restart? Google for Education in Romania: Effectiveness of Training Teachers in Using Google Tools for Teaching and Learning. University of Bucharest and West University of Timisoara. The 10th International Conference on Virtual Learning ICVL 2015. 2015. Pp. 221-226.

263. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A. Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management*. 2012. No 29. Pp. 258-268.

264. Kalogiannakis M., Papadakis S., Zourmpakis A.-I. Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Educ. Sci*. Vol. 11(1). 2021. DOI : <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>

265. Kim T., Lim J. Designing an Efficient Cloud Management Architecture for Sustainable Online Lifelong Education. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 6. Pp. 1523, DOI : <http://dx.doi.org/10.3390/su11061523>

266. Kınav A. U., Aydın B. A Blueprint for In-Service Teacher Training Program in Technology Integration. *Journal of Educational Technology & Online Learning*. 2020. No. 3(3). Pp. 224-244.

267. Klabmann S., Dahmen N., Seifert U. A Digital Habitat for interdisciplinary music research and teaching. 2020.

268. Kooa D. D., Leea J. J., Sebastiania A., Kimb J. An Internet-of-Things (IoT) system development and implementation for bathroom safety enhancement. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*. 2016. URL :

https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/13994/Koo_2016_internet.pdf?sequence=1 (Last accessed: 12.12.2021).

269. Kotsev A., Minghini M., Tomas R., Cetl V., Lutz M. From Spatial Data Infrastructures to Data Spaces – A Technological Perspective on the Evolution of European SDIs. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2020. No.9, 176. DOI : <https://doi.org/10.3390/ijgi9030176>

270. Kovalenko V. V., Marienko M V., Sukhikh A. S. Tools of augmented and virtual reality in the process of blended learning in general secondary education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. No. 86(6).

271. Kraker P., Leony D., Reinhardt W., Günter B. The case for an open science in technology enhanced learning. *Technology Enhanced Learning*, 2011. Vol. 3, No. 6. Pp. 643-654.

272. Krylova-Grek Y., Shyshkina M. P. Online learning at higher education institutions in Ukraine: achievements, challenges, and horizons. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Vol. 85. No. 5. P. 163–174. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.4660>.

273. Lakens D. et al. Justify your alpha: A response to "redefine statistical significance". 2017. URL: <https://psyarxiv.com/9s3y6> (Last accessed: 15.11.2019).

274. Li Y., Wang K., Xiao Y., Froyd J. E. Research and trends in STEM education : a systematic review of journal publications. *IJ STEM Ed.* 2020. Vol. 7. 11 DOI : <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>.

275. LIBER Open Science Roadmap / Ayris P. et al. Ligue des bibliothèques européennes de recherche, 2018. 29 p.

276. Lytvynova S., Melnyk O. Professional Development of Teachers Using Cloud Services During Non-formal Education. Proc. of 1st Workshop 3L-Person'2016, Kyiv, Ukraine, June 21-24. 2016. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1614/paper_51.pdf (Last accessed: 15.11.2019).

277. 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](https://doi.org/10.5220/0010932900003364).

278. Marienko M. V. Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP)*. Vol. 429. Pp. 108-120. DOI : [10.1007/978-3-030-85893-3_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85893-3_8).

279. 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](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012035).

280. Marienko M., Bezverbna K. The Key Features of the CoCalc Cloud Service Use in the Process of Mathematics and Science Teachers Training. Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops. Kharkiv, Ukraine, October 06-10, 2020. Kharkiv : CEUR Workshop Proceedings, 2020. Pp. 1141-1151. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20201141.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

281. 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. Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020. Kryvyi Rih : CEUR Workshop Proceedings, 2020. Pp. 341-356. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

282. Marienko M., Nosenko Y., Sukhikh A., Tataurov V., Shyshkina M. Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. E3S Web of Conferences, 2020. Vol. 166, 10015. URL : https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/26/e3sconf_icsf2020_10015.pdf (Last accessed: 02.12.2020).

283. Markova O. M., Semerikov S. O., Popel M. V. CoCalc as a Learning Tool for Neural Network Simulation in the Special Course "Foundations of Mathematic Informatics". Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2018), 2018. Volume II : Workshops (2104). URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_204.pdf (Last accessed: 07.11.2018).

284. Markova O. M., Semerikov S. O., Popel M. V. CoCalc as a Learning Tool for Neural Network Simulation in the Special Course "Foundations of Mathematic Informatics". *Informational Technologies in Education*, 2018. № 3 (36). URL : http://ite.kspu.edu/webfm_send/990 (Last accessed: 07.11.2018).

285. Martínez O. *CoCalc como herramienta de aprendizaje*. Conferencia presentada en Ciclo de conferencias en Educación Matemática de Gemad (28 de agosto de 2020). Bogotá. 2020. URL : <http://funes.uniandes.edu.co/22727/> (Last accessed: 07.11.2018).

286. MaxWhere is the hungarian winner of the IoT category. URL : <http://startupeuropeawards.eu/maxwhere-is-the-hungarian-winner-of-the-iot-category/> (Last accessed: 07.11.2018).

287. McBee M., Makel M. C., Peters S. J., Matthews M. S. A Manifesto for Open Science in Giftedness Research. 2017. DOI : 10.31234/osf.io/nhuv3.

288. McGreal R., Mackintosh W., Taylor J. *Open educational resources university: An assessment and credit for students initiative*. / Eds. R. McGreal, W. Kinutha, S. Marshall. Open Educational Resources: Innovation Research and Practice. Vancouver: Commonwealth of Learning, 2013. Pp. 47-62.

289. McKiernan E. C. et al. Point of View: How open science helps researchers succeed. *eLife*, 2016. 5:e16800. DOI : 10.7554/eLife.16800

290. Melnyk I., Zaderei N., Nefodova G. Augmented Reality and Virtual Reality as the Resources of Students' Educational Activity. *Information*

technologies and computer modeling. Proceedings of the International Scientific Conference (Ivano-Frankivsk, Ukraine, May 14-19, 2018). 2018. Pp. 61-64. URL : http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25746/1/I_Melnyk_Virtyalna_realnist_FITU.pdf. (Last accessed: 07.11.2018).

291. 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.

292. Mirowski P. The future(s) of open science. *Social studies of science*, 2018. 48(2). Pp. 171-203. DOI : 10.1177/0306312718772086

293. Molinaro M. et al. Integrating the VO Framework in the EOSC. ADASS XXIX proceedings, 2019. URL : <https://arxiv.org/abs/1911.08205> (Last accessed: 07.11.2018).

294. Nakic J., Granic A., Glavinic V. Anatomy of Student Models in Adaptive Learning Systems: A Systematic Literature Review of Individual Differences from 2001 to 2013. *Journal of Educational Computing Research*. 2015. Vol. 51 (4). Pp. 459-489.

295. Nikolow D. et al. Policy-based SLA storage management model for distributed data storage services. *Computer Science [S.l.]*. 2018. V. 19, n. 4. URL : <https://journals.agh.edu.pl/csci/article/view/2878/2161>. (Last accessed: 07.11.2018).

296. Nosek B. A. et al. Promoting an open research culture: Author guidelines for journals to promote transparency, openness, and reproducibility. *Science*. 2015. No. 348. Pp. 1422-1425.

297. Nosenko Yu., Popel M., Shyshkina M. The state of the art and perspectives of using adaptive cloud-based learning systems in higher education pedagogical institutions (the scope of Ukraine). *Cloud Technologies in Education: Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018)*. CEUR. Vol-2433. Pp. 173-183. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper10.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

298. O'Boyle E. H., Banks G. C., Gonzalez-Mule E. The Chrysalis effect: How ugly initial results metamorphosize into beautiful articles. *Journal of Management*. 2017. No. 43. Pp. 400-425.

299. O'Carroll C., Hyllseth B., Berg 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>. (Last accessed: 24.06.2022).

300. O'Hara K. J., Blank D., Marshall J. Computational Notebooks for AI Education. Twenty-Eighth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS). Palo Alto: AAAI Press, 2015. Pp. 263-268.

301. Offerman A. 500,000 data scientists needed in European open research data", 2016. URL : <https://joinup.ec.europa.eu/community/opengov/news/500000-data-scientists-needed-european-open-research-data>. (Last accessed: 24.06.2022).

302. Oliver M., Trigwell K. Can blended learning be redeemed? *E-Learning*. 2005, Vol. 2, No. 1. Pp. 17-26.

303. Onah D. F. O., Sinclair J. E. Massive open online courses – an adaptive learning framework. 9th International Technology, Education and Development Conference, IATED, Madrid, Spain, 2-4 March. Madrid, 2015. Pp 1258-1266.

304. Open Innovation, Open Science, Open to the World-a vision for Europe. URL : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe> (Last accessed: 02.12.2020).

305. Open Review Hub. URL : <https://openreviewhub.org/> (Last accessed: 10.01.2021).

306. Open science monitor. (n.d.). URL : https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/goals-research-and-innovation-policy/open-science/open-science-monitor_en (Last accessed: 02.12.2020).

307. Open Science Monitor. Draft Methodological Note, Brussels, April 30th 2018. URL : https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/open_science_monitor_methodological_note_v2.pdf. (Last accessed: 24.06.2022).

308. Ortega-Sánchez D., Gómez-Trigueros I. Massive Open Online Courses in the Initial Training of Social Science Teachers: Experiences, Methodological Conceptions, and Technological Use for Sustainable Development. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, no. 3. Pp. 578.

309. Panoutsopoulos H., Donert K., Papoutsis P., Kotsanis I. Education on the Cloud : Researching Student-Centered, Cloud-Based Learning Prospects in the Context of a European Network. 12th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2015). 2015. P. 209-216.

310. Petrenko O. O. Strategy development of service-oriented systems in a cloud environment : thesis for candidate of science degree in the specialty 05.12.13 / National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Kyiv, 2018.

311. Popel M. V. The Methodical Aspects of the Algebra and The Mathematical Analysis Study Using The Sagemath Cloud. *Information Technologies in Education*. 2014. № 19. Pp. 93-100.

312. Popel M. V. Using Cocalc as a Training Tool for Mathematics Teachers' Pre-Service Training. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol 68, No 6. URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/2404/1427> (Last accessed: 02.12.2020).

313. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Areas of Educational Studies of the Cloud-based Learning Systems. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018)*. Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018. 2019. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/> (Last accessed: 02.12.2020).

314. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Cloud Technologies and Augmented Reality: the Prospects of Use. *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. 2018. Vol-2257. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper23.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

315. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support. *Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications*. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017). 2017. Pp. 327-339. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000327.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

316. Príncipe P. OpenAIRE infrastructure and services: advancing Open Science. Proceedings from 13th International Open Repositories Conference, June 4th-7th, Bozeman, Montana, USA. Bozeman, Montana. 2018.

317. Rassovytska M. V., Striuk A. M. The system of cloud-oriented tools of learning computer science disciplines of engineering specialties students. *Cloud Technologies in Education: Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017)*. Kryvyi Rih, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org). 2017. Vol. 2168. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper4.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

318. Realising the European Open Science Cloud. First report and recommendations of the Commission High Level Expert Group on the European Open Science Cloud. 2016. URL : https://wbc-rti.info/object/document/15412/attach/realising_the_european_open_science_cloud_2016.pdf. (Last accessed: 24.06.2022).

319. Renkewitz F., Heene M. The Replication Crisis and Open Science in Psychology. *Zeitschrift für Psychologie*. 2019. No. 227:4. Pp. 233-236. URL : <https://econtent.hogrefe.com/doi/citedby/10.1027/2151-2604/a000387> (Last accessed: 12.12.2021).

320. Schmidt B., Orth A., Franck G., Kuchma I., Knoth P., Carvalho J. Stepping up Open Science Training for European Research. *Publ.* 2016. 4, 16.

321. Shokaliuk S. V., Bohunencko Ye. Yu., Lovianova I. V., Shyshkina M. P. Technologies of distance learning for programming basics lessons on the principles of integrated development of key competences. Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019), Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019 / Edited by : A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2643. Pp. 548-562. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper32.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

322. Shyshkina M. The General Model of the Cloud-Based Learning and Research Environment of Educational Personnel Training. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, 2018. No 715. Pp. 812-818.

323. Shyshkina M. P., Kohut U. P, Popel M. V. The Comparative Analysis of the Cloud-based Learning Components Delivering Access to Mathematical Software. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2019). 2019. Volume II: Workshops (2393). URL : http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_241.pdf (Last accessed: 02.12.2020).

324. Shyshkina M. P., Kohut U. P, Popel M. V. The Design and Evaluation of the Cloud-based Learning Components with the Use of the Systems of Computer Mathematics. Proceedings of the 14th International Conference on ICT

in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2018), 2018. Volume II: Workshops (2104). URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_156.pdf. (Last accessed: 07.11.2018).

325. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented Reality as a Tool to Support Research Collaboration in Virtual Teams within the Open Science Platforms. Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education. Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. CEUR, 2019. Vol-2547. Pp. 107-116. URL : <http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/> (Last accessed: 02.12.2020).

326. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented reality as a tool for open science platform by research collaboration in virtual teams. AREdu 2019 Augmented Reality in Education. Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education, Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. Edited by A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR-WS. Vol.2547. Pp.107-116. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper08.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

327. Shyshkina M., Kohut U., Popel M. The Systems of Computer Mathematics in the CloudBased Learning Environment of Educational Institutions. Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2017. Pp. 396-405. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000396.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

328. Shyshkina M., Marienko M. Creating a cloud oriented open science information and education platform. Proc. of the 6th International conference : Digital education at environmental universities. Wroclaw, Poland, November 20-21, 2019. URL : <http://deeu.upwr.edu.pl/> (Last accessed: 02.12.2020).

329. Silva D., Donert K. Communicating Geography with the Cloud GI_Forum. 2015. 1. Pp. 315-319. URL : <https://doi.org/10.1553/giscience2015s315> (Last accessed: 02.12.2020).

330. Stein J., Graham C. R. A Strategy of Iterative Development. Essentials for Blended Learning: A Standards-Based Guide / Vai M. (Edt.). 2014. Routledge. New York: USA. 72 p.

331. Steinhardt I. Learning Open Science by doing Open Science. A reflection of a qualitative research project-based seminar. 2019. SocArXiv. DOI : 10.3233/EFI-190308.

332. Syrovatskyi, O.V., Semerikov, S.O., Modlo, Ye.O., Yechkalo, Yu.V., Zelinska, S.O.: Augmented reality software design for educational purposes. In: Kiv, A.E., Semerikov, S.O., Soloviev, V.N., Striuk, A.M. (eds.) Proceedings of the 1st Student Workshop on Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW2018), Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018. CEUR Workshop Proceedings, 2018. 2292. Pp. 193-225. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf> (Last accessed: 02.12.2020).

333. Taherkordi A., Zahid F., Verginadis Y., Horn G. Future Cloud Systems Design: Challenges and Research Directions. IEEE Access. Vol. 6. P. 74120-74150.

334. Tarasenko R. O., Amelina S. M., Semerikov S. O., Shynkaruk V. D. (2021). Using Interactive Semantic Networks as an augmented reality element in

autonomous learning. *Journal of Physics : Conference Series*. 2021. Vol. 1946, No. 1, P. 012023. DOI : <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012023>.

335. The Design of a Community Science Cloud: The Open Science Data Cloud Perspective / Grossman R. et al. *SC Companion: High Performance Computing, Networking Storage and Analysis*, 2012. Pp. 1051-1057.

336. Tkachuk V., Yechkalo Y., Taraduda A., Steblivets I. Augmented reality as a distance learning tool under quarantine conditions. *Educational Discourse: collection of scientific papers*. 2020. Pp. 43-53. DOI : [10.33930/ed.2019.5007.22\(4\)-4](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.22(4)-4).

337. Vakaliuk T., O. Spirin, N. Lobanchykova, L. Martseva, I. Novitska, and V. Kontsedailo. Features of Distance Learning of Cloud Technologies for the Organization Educational Process in Quarantine. *Proceeding The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2020)*, 2020. URL : <https://easychair.org/smart-slide/slide/GCGt#> (Last accessed: 02.12.2020).

338. Varghese B., Buyya R. Next Generation Cloud Computing: New Trends and Research Directions. *Future Generation Computer Systems*. Volume 79, Part 3. Pp. 849-861. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2017.09.020>.

339. Vicente-Saez R., Gustafsson R., Brande L. V. The dawn of an open exploration era : Emergent principles and practices of open science and innovation of university research teams in a digital world. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. 156, 120037. DOI : [10.1016/j.techfore.2020.120037](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120037).

340. Vicente-Saez R., Martinez-Fuentes C. Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*. 88. Pp. 428-436. DOI : [10.1016/j.jbusres.2017.12.043](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043).

341. Zampirolli F., Teubl F., Ramos B. V. A Generator and Corrector of Parametric Questions in Hard Copy. 2019. DOI : [10.1007/978-3-030-14070-0_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14070-0_37).

342. Zhao Z., Jeffery K., Stocker M., Atkinson M., Petzold A. Towards Operational Research Infrastructures with FAIR Data and Services. Zhao Z., Hellström M. (eds) *Towards Interoperable Research Infrastructures for Environmental and Earth Sciences*. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2020. Vol 12003. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-52829-4_20

МЕТОДИЧНО-ПРАКТИЧНЕ ВИДАННЯ

**ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ
ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ
ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ
ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ І
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ:**

Методичний посібник

Автори:

*Бруяка А.В. (розділ I), Коваленко В.В. (розділ II),
Крамар С.С. (3.5), Мар'єнко М.В. (3.1, 3.2, 3.3, 3.4),
Носенко Ю.Г. (розділ I, розділ II), Сухіх А.С. (розділ II),
Шишкіна М.П. (розділ I, 3.6)*

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