



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ



ІІТЗН

ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

АДАПТИВНА ХМАРО ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Колективна
монографія

Київ
Педагогічна думка
2020

УДК 378.091.31:004.9

*Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту
інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України
(протокол № 8 від 30 червня 2020 р.).*

Рецензенти:

Спірін О. М., д.пед.н., проф., член-кореспондент НАПН України
ДЗВО «Університет менеджменту освіти»

Глазунова О. Г., д.пед.н., проф. Національний університет біоре-
сурсів і природокористування України.

Авторський колектив:

Дем'яненко В. М. (1.5); Мар'єнко М. В. (3.4, 4.1, 4.3, 5, 6); Носенко Ю. Г. (1.2,
1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 2, 3.1, 3.5.); Семеріков С.О. (3.3); Шишкіна М. П. (Вступ, 1.1,
2, 3.2, 4.1, 4.2, 4.4, 5, 6).

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

ISBN 978-966-644-557-8

Обґрунтовано поняттєвий апарат, досліджено еволюцію засобів і тех-
нологій адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті. Визначено прин-
ципи, методи і підходи до формування адаптивних хмаро орієнтованих си-
стем у закладах освіти. Здійснено аналіз та оцінювання стану використання
адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі.
Визначено засоби і сервіси формування адаптивних хмаро орієнтованих си-
стем у закладі педагогічної освіти. Обґрунтовано модель адаптивної хмаро
орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів
загальної середньої освіти. Охарактеризовано методики і надано методичні
рекомендації щодо використання сервісів адаптивної хмаро орієнтованої
системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної се-
редньої освіти.

УДК 378.091.31:004.9

© ВДем'яненко В. М., Мар'єнко М.В.,
Носенко Ю. Г., Семеріков С.О.,
Шишкіна М. П., 2020.

© Інститут інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України, 2020

© Педагогічна думка, 2020

ISBN 978-966-644-557-8

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ I ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ЕВОЛЮЦІЯ, СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ І ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ В ОСВІТІ	8
1.1. Поняттєвий апарат дослідження, еволюція засобів і технологій адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті	8
1.2. Комп'ютерно-технологічні засади відкритої системи адаптивного навчання	15
1.3. Персоналізація навчання як світова освітня тенденція	19
1.4. Сутність та характеристика адаптивних систем навчання	22
1.5. Сучасний стан використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі	31
РОЗДІЛ II ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ І ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	41
РОЗДІЛ III ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ЗАКЛАДІ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ	48
3.1. Засоби і сервіси проєктування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладах педагогічної освіти	48
3.2. Адаптивні освітні сервіси (бази даних, мовні технології, освітні роботи) проєкту V4 + ACARDC	54
3.3. Мобільні інтернет-пристрої як засіб навчання	58
3.4. Сервіси відкритої науки	91
3.5. Адаптивні й асистивні сервіси підтримки навчання осіб з особливостями психофізичного розвитку	116
РОЗДІЛ IV МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	121
4.1. Етапи проєктування адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти	121
4.2. Модель адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти	124

4.3. Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї	127
4.4. Модель адаптивної хмаро орієнтованої системи для підтримування навчально-наукової взаємодії проєктної команди	142
РОЗДІЛ V МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	147
РОЗДІЛ VI МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	155
ВИСНОВКИ	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	165

СПИСОК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕОР	Електронні 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
КОЗН	Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання
СО	Система освіти
ХО	Хмарні обчислення
ХОНС	Хмаро орієнтоване навчальне середовище
ШІ	Штучний інтелект

ВСТУП

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення якості та результативності впровадження у навчальний процес закладів освіти сервісів і технологій адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, підвищення ефективності їх використання у системі освіти, поліпшення рівня підготовки педагогічних кадрів.

Однією із основних умов поліпшення якості підготовки кадрів, підвищення рівня впровадження результатів наукового пошуку у сфері освіти, розвитку інноваційних педагогічних технологій є забезпечення широкого доступу до перспективних ІКТ у навчальних закладах. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання адаптивних хмаро орієнтованих систем сучасного освітнього середовища.

Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення адаптивних систем, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів їх організації і розвитку, визначення найбільш доцільних шляхів використання. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході від масового впровадження окремих програмних продуктів до комплексних інтегрованих рішень, спрямованих на підтримку крос-платформних інфраструктур та розподілених адаптивних мережних сервісів.

Вирішення завдань формування у закладах освіти високотехнологічного освітнього середовища є суттєвою передумовою для підготовки фахівців, здатних до активного, доцільного, науково обґрунтованого застосування засобів інформаційно-комунікаційних технологій у своїй професійній діяльності.

Тема є новим дослідженням, спрямованим на підвищення якості та ефективності впровадження у навчальний процес засобів інформаційно-комунікаційних технологій на базі хмарних обчислень на сучасному етапі реформування освіти.

Мета дослідження: теоретичне обґрунтування і розроблення адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів загальноосвітньої школи.

Об'єкт дослідження: процес використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у навчальних закладах.

Предмет дослідження: моделі й методики використання сервісів адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів загальноосвітньої школи.

Методи дослідження.

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

Для розв'язування поставлених у роботі завдань мають бути використані загальнонаукові методи: теоретичні (аналіз психолого-педагогічних теорій та концепцій з проблеми дослідження, порівняння вітчизняних та зарубіжних підходів до організації навчання та професійного розвитку вчителів із використанням адаптивних хмаро орієнтованих систем, систематизація та узагальнення теоретичних та експериментальних даних); емпіричні (експериментальне дослідження використання адаптивних систем у педагогічних навчальних закладах України, педагогічне спостереження за начальною діяльністю із використанням хмарних технологій. З метою забезпечення надійності дослідних методик та інтерпретації їх результатів передбачається застосування методів анкетування, експертного оцінювання, педагогічного експерименту та опрацювання отриманих даних за допомогою методів математичної статистики.

Гіпотеза дослідження.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що створення і використання у процесі навчання і професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти хмаро орієнтованої адаптивної системи позитивно вплине на організацію навчання і проведення наукових досліджень, створить умови для розвитку нових форм, методів та технологій навчання, забезпечить підвищення рівня ІКТ-компетентності та педагогічної компетентності вчителів, що, в свою чергу, призведе до позитивних якісних змін в організації діяльності учасників навчального процесу.

Завдання дослідження:

- визначити поняттєвий апарат, уточнити зміст основних понять, що стосуються використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у процесі навчання і професійного розвитку вчителів;
- дослідити еволюцію засобів і технологій адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті;
- обґрунтувати принципи, методи і підходи до формування адаптивних хмаро орієнтованих систем;
- провести аналіз та оцінювання стану використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі.

-
- визначити засоби і сервіси формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі вищої педагогічної освіти;
 - обґрунтувати модель адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання і професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти;
 - розробити методики використання сервісів адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання і професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти;
 - обґрунтувати методичні рекомендації щодо використання сервісів адаптивної хмаро орієнтованої системи у процесі діяльності вчителя закладу загальної середньої освіти;
 - узагальнити та упровадити у педагогічну практику результати теоретичних та експериментальних досліджень.

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

Завданнями другого етапу виконання НДР «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти » (2019 р.) згідно Технічного завдання були наступні:

1. Визначити засоби і сервіси формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі педагогічної освіти.
2. Обґрунтувати модель адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти.
3. Розробити методики використання сервісів адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти.

Очікувані результати: в результаті виконання науково-дослідної роботи буде обґрунтовано модель адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти; розроблено методики та методичні рекомендації з використання сервісів цієї системи у діяльності вчителя.

РОЗДІЛ І

ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ, ЕВОЛЮЦІЯ, СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ І ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ В ОСВІТІ

1.1. ПОНЯТТЄВИЙ АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ В ОСВІТІ

Під *адаптивною хмаро орієнтованою системою навчання* розуміється хмаро орієнтована система, що має властивість автоматично налаштовуватися за своїми параметрами на різні індивідуальні характеристики та освітні потреби учасників навчального процесу. Для реалізації комп'ютерно-процедурних функцій цієї системи має бути повністю створена віртуальна комп'ютерно-технологічна (корпоративна чи гібридна) інфраструктура.

У 2012 році Національним інститутом стандартів США (NIST) розроблено рекомендації [170], у яких дано визначення поняття хмарних обчислень, охарактеризовано їх основні риси. Метою створення документа є розвиток поняття хмарних обчислень з метою інформування громадськості й поширення цієї концепції для подальшої деталізації та обговорення.

За визначенням NIST, під *хмарними обчисленнями (Cloud Computing)* розуміють модель зручного мережного доступу до загального фонду обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, файлів даних, програмного забезпечення та послуг), які можуть бути швидко надані за умови мінімальних управлінських зусиль та взаємодії з постачальником [170].

У даному документі запропоновано п'ять *суттєвих (базових) характеристик* хмарних обчислень, завдяки яким можна відрізнити ці системи від інших різновидів ІКТ [170]. Тобто це ті базові характеристики, якими має володіти ІКТ інфраструктура для того, щоб програмні до-

датки і сервіси, які надбудовані над нею, можна було вважати як такі, які постачаються за хмарною моделлю. Це такі характеристики: самообслуговування за потребою; вільний (повсюдний) мережний доступ; об'єднання ресурсів у пул (незалежність від місцезнаходження ресурсу); швидка еластичність (надання і вивільнення ресурсу в потрібній кількості та у будь-який час); вимірюваність сервісу (оплата по факту надання).

На думку співробітників групи досліджень хмарних технологій NIST P. Mell та T. Grance, можна виокремити наступні *загальні характерні властивості* хмарної моделі використання сервісів [170]: масовість (великі масштаби) застосування; гомогенність (однорідність) інфраструктури; віртуалізація додатків; стійкість (надійність) виконання обчислень; дешеве програмне забезпечення; географічно розподілене використання; сервісна орієнтованість; передові технології безпеки.

Зокрема, уніфікована інфраструктура зберігання даних, що є невід'ємною особливістю будови хмарної архітектури ІКТ середовища, спрямована на комплексне зберігання даних і управління значними їх масивами. Основною визначальною рисою цієї архітектури, завдяки якій досягається можливість уніфікації та однорідності її будови, є віртуалізація додатків. *Віртуалізація додатків* (організація доступу до програмного забезпечення) — технологія використання та постачання програмного забезпечення (програмних рішень) без встановлення його на персональному комп'ютері користувача. Опрацювання і зберігання даних відбувається у центрі зберігання даних (ЦОД), а для користувача робота з хмарними додатками нічим не відрізняється від роботи з програмним забезпеченням, встановленим на його робочому місці.

Характерні особливості *уніфікованої архітектури* зберігання даних: підтримування в одній системі різних протоколів зберігання даних (FC, NFS, FcoE, CIFS, iSCSI); охоплення різних функцій зберігання даних у межах одного пристрою (зберігання, захист, резервне копіювання, відновлення); розширення, модифікування простору зберігання даних, без припинення виконання звичних операцій (не перериваючи процесу функціонування); об'єднання даних у стандартний пул, яким можна керувати через мережу, причому управління відбувається за допомогою стандартного пакета програмного забезпечення; використання даних для різноманітного спектру додатків, причому області зберігання для різноманітних додатків не обов'язково відділені одні від одних, що дає можливість більш економного витрачання обчислювальних потужностей (віртуалізація зберігання даних).

В. Ю. Биков трактує концепцію хмарних технологій, звертаючись до поняття «віртуальний мережний майданчик». «За цією концепцією зав-

дяки спеціальному інтерфейсу користувача, що підтримується системними програмними засобами мережного налаштування, в адаптивних інформаційно-комунікаційних мережах (ІКМ) формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти. Такі об'єкти — мережні віртуальні майданчики є ситуаційною складовою логічної мережної інфраструктури ІКМ із тимчасовою відкритою гнучкою архітектурою, що за своєю будовою і часом існування відповідає персоналізованим потребам користувача (індивідуальним і груповим), а їхнє формування і використання підтримується ХО-технологіями» [10].

Хмарні сервіси — сервіси, що забезпечують користувачеві мережний доступ до масштабованого і гнучко організованого пулу розподілених фізичних або віртуальних ресурсів, що постачаються в режимі самообслуговування й адміністрування за потребою (наприклад, програмне забезпечення, простір для зберігання даних, обчислювальні потужності та ін.) [155].

Функціонування високотехнологічної інфраструктури на основі хмарних обчислень відбувається на основі *аутсорсингу*, тобто такого механізму постачання послуг, коли ІКТ-сервіси, необхідні системі, реалізуються за допомогою іншої системи, зовнішньої по відношенню до неї [9].

Основні види хмарних сервісів [104, 96] відображають можливі напрями використання ІКТ-аутсорсингу для створення освітніх сервісів.

SaaS (Software-as a Service) — «*програмне забезпечення як сервіс*» — може використовуватися для надання студентам доступу до електронної пошти, операційних систем, додатків, прикладних програм. Ці сервіси застосовують з метою забезпечення процесу навчання та наукових досліджень спеціалізованими програмними засобами та обладнанням віддаленого доступу, а також для реалізації процесів, що вимагають складного опрацювання та великого обсягу обчислень (наприклад, обробки даних експериментів) [104].

PaaS (Platform as a Service) — «*платформа як сервіс*». На відміну від засобів SaaS, які більш орієнтовані на користувача, даний вид послуг більше призначений для розробника. В якості сервісу надається деякий набір програм, служб і бібліотек, або ж інтегрованих платформ для створення власних веб-додатків. Даний вид сервісів може бути використаний для розроблення інтегрованих програм навчального призначення, які можна використовувати «у хмарі», як для організації індивідуальної, так і колективної роботи [104].

IaaS (Infrastructure as a Service) — «*інфраструктура як сервіс*», призначена для запуску будь-яких додатків на хмарному апаратному забезпеченні за вибором користувача. До складу IaaS можуть входити апаратні

засоби (сервери, системи зберігання даних, клієнтські системи та обладнання); операційні системи та програмне забезпечення (засоби віртуалізації, управління ресурсами); програмне забезпечення зв'язку між системами (засоби мережної інтеграції, управління ресурсами, управління обладнанням), що надаються через Інтернет [104].

Формування хмаро орієнтованого середовища є перспективним напрямом інформатизації освіти, що визнаний пріоритетним міжнародною освітньою спільнотою [12, 99, 170], інтенсивно розробляється нині у різних галузях освіти, зокрема математичній та інженерній [213, 217, 227]. Тенденції впровадження у навчальних закладах хмарних технологій для організації доступу до програмного забезпечення, що застосовується для різних видів колективної роботи, при здійсненні наукової і навчальної діяльності, дослідно-конструкторських розробок, реалізації проектів, обміну досвідом тощо набувають особливої актуальності в останній час [12, 99, 170].

До дослідження різних аспектів створення і використання адаптивних хмаро орієнтованих систем зверталися численні вітчизняні та зарубіжні науковці. Зокрема, С.Г. Литвинова розглянула питання проектування хмаро орієнтованого середовища у закладі загальної середньої освіти, що має риси адаптивної системи; П.І. Федорук вивчав методологію організації процесу індивідуалізованого навчання із використанням адаптивної системи дистанційного навчання та контролю знань; А.Ф. Манак виокремила особливості адаптивного управління педагогічними системами; Ю.В. Триус розглянув педагогічне наставництво як елемент адаптивного управління в системі підготовки майбутніх вчителів [1]. Адаптивні системи електронного навчання досліджувались Крістофом Фрошл (Christoph Froschl); Джуді К.Р. Тсенг (Judy C.R.Tseng), Хуей-Чунчжу (Hui-ChunChu), Гво-Джен Хван (Gwo-JenHwang), Чін-Чунгсай (Chin-ChungTsai) та іншими. «Synaptic Global Learning» у співпраці з «Center for Innovation and Excellence in eLearning» при Університеті Массачусетса (США) розробили перший у світі адаптивний МООС у сфері обчислювальної молекулярної динаміки, під назвою aMOOC на базі хмарної архітектури Amazon Web Services. Адаптивні он-лайн курси досліджувалися Onah D.F.O.

Суттєвою особливістю адаптивних хмаро орієнтованих систем є можливість динамічного постачання обчислювальних ресурсів та програмно-апаратного забезпечення, його гнучким налаштуванням на потреби користувача. За цього підходу організується доступ до різних типів програмного забезпечення навчального призначення, що може бути як спеціально встановлено на хмарному сервері, так і надаватися як за-

гальнодоступний сервіс (знаходиться на будь-яких інших носіях електронних даних, що є доступні через Інтернет) [10]. Через це потребує вивчення питання: які виникають способи і моделі педагогічної діяльності, як змінюється роль електронних освітніх ресурсів (ЕОР) і підходи до їх проєктування, які засоби, моделі і шляхи організації доступу до них доцільно впроваджувати з огляду на існуючі тенденції формування у навчальних закладах хмаро орієнтованого середовища. У зв'язку з цим, визначення концептуальних засад, особливостей створення і застосування, тенденцій і шляхів впровадження даного класу систем потребує ретельного аналізу.

Властивість адаптивності у системах навчального призначення досягається завдяки використанню технологій, що забезпечують можливість автоматичного налаштування цих систем на задоволення освітніх потреб різноманітних категорій користувачів або ж індивідуальних особливостей тих, хто навчається. Вони можуть налаштовуватися в залежності від: рівня освіти; освітньої ролі (учень, учитель, дослідник тощо); рівня навчальних досягнень; особистих здібностей, обдарованості; освітніх потреб (у тому числі — із особливими потребами) тощо.

Для реалізації комп'ютерно-процесуальних функцій цієї системи (змістово-технологічних та інформаційно-комунікаційних) має бути цілеспрямовано створена віртуалізована комп'ютерно-технологічна (корпоративна або гібридна) інфраструктура.

Властивість персоналізації забезпечується завдяки можливості налаштування ІКТ-інфраструктури (у тому числі віртуальної) на індивідуальні інформаційно-комунікаційні, інформаційно-ресурсні та операційно-процесуальні потреби учасників навчального процесу.

Засоби та підходи до моделювання знання, розроблені в галузі штучного інтелекту (ШІ), знаходять нові шляхи застосування при проєктуванні комп'ютерно орієнтованих систем навчального призначення у зв'язку з розвитком таких перспективних технологій, як: розподілені бази знань; репозиторії даних і знань колективного користування; мультиагентні технології, що дають можливість колективного розв'язання задач у середовищі багатьох користувачів, які спілкуються між собою в процесі обміну відомостями та взаємодії з програмними агентами для підтримки багатьох інтелектуальних функцій.

Основні етапи еволюції адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті наведено в Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Етапи еволюції адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті

Назва етапу	Період	Комп'ютерні засоби реалізації систем	Роль моделювання у формуванні етапу
Програмоване навчання	1960-ті	Мови програмування низького рівня (асемблерні)	Моделі мислення у вигляді алгоритмів
Програми навчального призначення	1960-ті — початок 1970-х	Мови програмування високого рівня (Бейсік, Паскаль, Алгол, С), засоби графічного інтерфейсу	Моделі мислення по типу «чорна скринька»
Навчальні системи штучного інтелекту	кінець 1970-х	Мови штучного інтелекту (Пролог, Лісп та ін.)	Моделі мислення на основі подання знань
Імітаційне моделювання знання, адаптивне управління	1980-ті — 2010-ті	Мови штучного інтелекту, об'єктно орієнтовані мови програмування (С++, Visual Basic та ін.), засоби мультимедіа	Імітаційні моделі мислення та знання
Адаптивні хмаро орієнтовані системи	2010-ті — наш час	Апаратні засоби віртуалізації серверів; адаптивні ІКМ (лінгвістичні (Semantic Web), інтелектуальні мережні агенти, роботи та ін.)	Поєднання моделей знання та їх подання в адаптивних ІКМ

Із застосуванням хмарних технологій значно зростають обсяги обчислювальних потужностей, удосконалюються інформаційно-аналітичні інструменти, що можуть бути задіяні для збирання і опрацювання даних, що характеризують діяльність учня. Поява в останні десятиріччя методів програмування навчального діалогу природною мовою, стратегічного планування та моделювання вчителя свідчить про виникнення окремого етапу, який визначають як АТМ (Adding a tutorial model) — комп'ютерні системи з моделлю вчителя.

Можна припустити, що і в подальшому розвиток комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання (КОЗН) буде відбуватися в напрямку вдосконалення моделей знання, що закладено в їх основу [95]. Тобто, що ці засоби набуватимуть все більшою мірою інтелектуалізації, все більшою мірою наблизатимуться до моделювання більш-менш цілісних фрагментів навчального простору та окремих типів навчальної взаємодії.

У зв'язку з цим можна виявити низку важливих тенденцій, що характеризують перспективні шляхи розвитку та застосування у сфері освіти підходів штучного інтелекту та систем, що ґрунтуються на знаннях, у майбутньому [95]:

- «інтелектуалізація» всіх ланок систем навчального призначення, подальша їх інтеграція у складі навчального процесу та навчального середовища;
- інтенсивне розроблення та впровадження систем навчального призначення, що базуватимуться на останніх досягненнях, методах та розробках галузі ШІ;
- зростання ролі моделювання учня та знання у розвитку, управлінні та впровадженні на системній основі програм навчального призначення нового покоління;
- подальша уніфікація, універсалізація, формування єдиних стандартів розроблення та впровадження окремих модулів, підсистем та систем навчального призначення у межах якісно нового інформаційно-навчального простору з елементами штучного інтелекту;
- зростання ролі підходу «великих даних» для збирання й аналітичного опрацювання результатів відстежування процесів навчальної діяльності та індивідуального прогресу того, хто вчиться;
- розвиток інформаційно-аналітичних інструментів освітньо-наукового середовища у напрямку їх більшої «інтелектуалізації», використання удосконалених методів семантичного і синтаксичного аналізу даних і текстів у процесі пошуку необхідних відомостей, опрацювання запитів, наданих природною мовою;
- все більше насичення середовища навчання різноманітними інтелектуалізованими пристроями, приладами віддаленого керування, роботами, периферійним обладнанням тощо, що може бути керованим на базі єдиної платформи, через мережу («Інтернет речей»);
- зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури всіх учасників навчального процесу для успішного розвитку та впровадження засобів навчання з елементами ШІ нового покоління.

Передові компанії і державні інституції світу інвестують у перспективні цифрові технології, такі як мобільні засоби комунікації, мережні соціальні медіа, системи аналізу великих даних, «інтелектуальні» пристрої, що керують підключеними до них об'єктами і датчиками та інші. Перспективним напрямом технологічного розвитку та реалізації новітніх систем навчального призначення постають гібридні хмарні рішення [100].

Розроблення адаптивних систем навчального призначення, здебільшого з елементами штучного інтелекту, потребує опрацювання великих масивів знань, отриманих від студентів. Завдяки хмарним сервісам, що реалізують швидкісні обчислення, досягається можливість динамічної адаптації до досягнутого рівня знань, досвіду, умінь того, хто вчиться. Відтак, із використанням гібридних хмарних рішень системи навчального призначення набувають рис більш високої адаптивності, що ґрунтується на інтеграції різноманітних видів сервісів, об'єднанні їх в єдине середовище [100].

Головною відмінністю систем навчального призначення нового покоління від попередніх етапів розвитку ШІ і КОЗН є більш високий рівень їх адаптивності. Він досягається як за рахунок використання більш потужних і комплексних моделей учня і навчання з елементами ШІ, так і організації більш гнучкого й відкритого навчального середовища, зокрема на базі гібридних хмарних рішень, що забезпечує доступ до персоналізованих сервісів як в індивідуальній, так і в колективній діяльності [95].

Таким чином, до найбільш важливих характеристик адаптивних хмаро орієнтованих систем навчального призначення належать:

- наявність віртуалізованої або гібридної ІКТ інфраструктури;
- персоналізація сервісів;
- відкритість щодо модифікації та удосконалення;
- доступність (використання відкритого доступу, відкритих даних);
- гнучкість алгоритмів оцінювання складності матеріалу, знань учня, готовності до навчання і т.ін.;
- надання індивідуалізованої допомоги у процесі навчання;
- можливість автоматичного налаштування за низкою параметрів у режимі реального часу;
- системність будови і функцій.

1.2. КОМП'ЮТЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВІДКРИТОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

Адаптивні технології зосереджують на персоналізованому навчанні, щоб поліпшити програми навчання і результати навчання учнів. Мета полягає в тому, щоб максимально педагогічно виважено і логічно провести учня через весь процес навчання, стимулювати у нього активне навчання, а також зосередитися на групах ризику серед учнів і оцінці факторів, що впливають на їхню успішність в освоєнні навчального матеріалу. Учні користуються індивідуалізованими завданнями та діями, що виявляють як їхні унікальні здібності, так і прогалини у навчанні. Викладачі можуть використовувати дані, які надаються адаптивними

інструментами для постійного вдосконалення навчальних програм та більш вчасних втручань для корегування навчальних траєкторій учнів, що надає можливості ефективного забезпечення своєчасними, вірогідними і вичерпними відомостями та джерелами всіх суспільно значимих видів людської діяльності, умов для оперативного, ґрунтовного і всебічного аналізу досліджуваних процесів і явищ, прогнозування їх розвитку, передбачення наслідків прийнятих рішень. Хоча більшість досліджень щодо технологій адаптивного навчання присвячена їх релевантності для індивідуального навчання, наразі здійснюється їх використання і в колективному навчанні. Наприклад, в умовах онлайн-навчання користувачів автоматично розподіляють за групами за загальними інтересами і рекомендують інформаційні джерела, враховуючи інтереси кожного користувача. Метою при застосуванні технологій адаптивного подання є адаптація змісту гіпермедіа сторінок під завдання користувача, при цьому його рівень знань й інші інформаційні запити зберігаються в моделі користувача. У системі з адаптивним поданням сторінки не статичні, вони адаптивно генеруються або монтуються з певних складових персонально для кожного користувача. Наприклад, при застосуванні техніки адаптивного подання навчального матеріалу більш підготовлений користувач буде отримувати більш деталізовані та поглиблені інформаційні ресурси, а новачок отримає більше додаткових пояснень. Вкажемо на деякі найбільш важливі та найпоширеніші комп'ютерно-технологічні засади відкритої системи адаптивного навчання, поява і широке впровадження яких скеровує суттєвий вплив на ефективність навчання у відкритих педагогічних системах, забезпечення формування і підтримки в актуальному стані мережних інформаційних ресурсів та сервісів відкритого адаптивного навчального середовища, технологій проектування і застосування відкритих адаптивних педагогічних систем [4; 30; 35; 85; 22]:

- технології комп'ютерно орієнтованого дистанційного навчання, на основі яких підтримуються навчальні матеріали, а також синхронні та асинхронні екстериторіальні телекомунікації, у тому числі через засоби «мобільного» зв'язку;
- технології для підтримки віртуальної навчальної діяльності, на основі яких здійснюється залучення до навчальної діяльності в Internet-просторі учнів і педагогів з усього світу при виконанні ними спільних навчальних проєктів з різних тем і дисциплін;
- технології адаптивної гіпермедіа — технології створення гіпертекстових і гіпермедійних систем, які відображають характеристики користувача в моделі користувача і застосовують цю модель для адаптації різних візуальних аспектів системи до потреб користу-

вача. Рівень знань — основна характеристика. Дана модель відображає знання користувача про концепти предметної галузі. Мета користувача — локальна і глобальна. Дана характеристика впливає на стратегію подання навчального матеріалу, рівень підготовки, при цьому враховується обраний фах користувача, досвід роботи в суміжних галузях, точка зору користувача і його перспектива. Уподобання користувача — абсолютні, що стосуються мети і стратегій навчання і відносні, що стосуються даної предметної дисципліни (галузі);

- технології інтерактивних віртуальних лабораторій для дослідницької діяльності та експериментів;
- технології автоматизації наукових психолого-педагогічних досліджень і розробок, зокрема — технології електронного проектування педагогічних систем. Новий клас таких технологій — інформаційні «навчальні об'єкти». Їх технологічною базою є застосування навчальних об'єктів контенту, що в процесі навчання багаторазово використовуються. Їх зовнішнє подання відбувається за допомогою різних систем інформаційних технологій, сферою застосування яких є сучасні комп'ютерно орієнтовані системи навчального призначення, у тому числі й дистанційні;
- технології електронних бібліотек, за допомогою яких забезпечують локальний і мережний доступ до наукових і навчально-методичних ресурсів електронних бібліотек, поданих на електронних носіях предметно-інформаційних матеріалів навчального середовища відкритих педагогічних систем, а також опрацювання цих ресурсів з метою підготовки, класифікації та якісного аналізу електронних документів і видань (IISN, SCOPUS та ін.);
- технології комунікацій близької зони (англ. NFC — NearFieldCommunication). На основі використання цих технологій і спеціальних «мобільних» засобів з'являється можливість: розвантажити мережу Internet від значної кількості відносно невеликих за обсягами локальних комунікацій, ідентифікувати членів електронних спільнот при їхніх комунікаціях в єдиному інформаційному просторі предметного призначення, індивідуалізувати засоби бездротових комунікацій (з одночасною можливістю доступу за допомогою таких засобів до ресурсів і сервісів мережі Internet);
- технології автоматизації управління функціонуванням і розвитком системи освіти і навчальних закладів (прогнозування, планування, облік і звітність, аналіз процесів підготовки управлінських рішень,

-
- документообігу та ін.), зокрема технології підтримки ринкових механізмів господарювання і розвитку об'єктів освіти і науки;
- технології управління проектами, на основі яких забезпечується підтримка автоматизованого управління проектами і програмами інноваційного розвитку різних технічних і соціально-економічних систем (у тому числі системи освіти та її складових). За допомогою цих комп'ютерно орієнтованих технологій, у яких органічно поєднуються попередньо наведені, забезпечується принципова можливість управління створенням та удосконаленням складних систем в умовах значної параметричної і процесуальної невизначеності інноваційно-інвестиційних проектів, підвищується ефективність їх підготовки, розроблення і здійснення;
 - системи управління навчанням (англ. Learning Management Systems, LMS). Використовуються для розробки і поширення навчальних матеріалів та роботи з ними у навчальному процесі. Складовими систем управління навчанням є індивідуальні завдання, контрольні завдання різних типів, навчальні проекти для роботи у малих групах, різноманітні текстові та мультимедійні посібники. Ці складові інтегруються у навчальні комплекси за допомогою відповідних комунікаційних засобів, зокрема, сервісів повідомлень та голосового і відеозв'язку. Системи управління навчанням використовуються на всіх освітніх рівнях, однак на сьогоднішній день найбільшого поширення вони набули у вищій освіті;
 - технології штучного інтелекту. Ці технології можуть бути використані для автоматизації створення контенту, оцінки, створення сприятливого навчального середовища, для аналізу індивідуальної навчальної траєкторії кожного учня, для консультування у створенні власних навчальних маршрутів;
 - технології Gamification. Це не нові технології для освітньої галузі, однак тенденція їх використання значно інтерполюється з огляду на численні переваги, які приносять ігри під час навчання. Як доведено, вони мотивують і залучають учнів більше, ніж прості тексти або лекції, вони не стресові, і можуть бути адаптовані для будь-якої навчальної дисципліни.

Таким чином у відкритих системах адаптивного навчання технологічну основу закладуть найсучасніші інформаційні когнітивні технології, що значно допоможе тільки використовувати продуктивність навчання та активність учнів для виявлення їхніх сильних і слабких сторін та створенні умов, які усувають різні недоліки; а й може мотивувати учнів до інтенсифікації навчання і здобування поглиблених знань і, відповідно

збагатити процес навчання. Такий підхід підвищує ймовірність того, що учень отримає більш якісний, вичерпний освітній контент для глибокого пізнання явищ та процесів у потрібний момент часу і досягне поставлених, як перед собою цілей так і цілей, поставлених суспільством. Саме впровадження в освіту України принципів відкритої освіти із забезпеченням способів і прийомів адаптивності навчання акумулює сучасні дослідження, погляди вчених і практиків на перспективні шляхи розвитку освіти в інформаційному суспільстві, передбачає своєчасне та доцільне використання здобутків психолого-педагогічної науки, науково-технічного прогресу й освітньої практики, забезпечуючи цим наслідування і відтворення в освіті світових тенденцій розвитку освітніх систем. Тим самим підкреслюються й актуалізуються питання розвитку відкритої освіти, загострюються проблеми формування у відкритих освітніх системах адаптивного навчання високого рівня інформатичних компетентностей учнів і вчителів, а також широкого загалу населення.

1.3. ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ЯК СВІТОВА ОСВІТНЯ ТЕНДЕНЦІЯ

В умовах сучасних трансформацій, повсюдної цифровізації, стрімкого оновлення контенту і контекстів, появи нових наукових фактів, зміни професійних стандартів, вимог та очікувань роботодавців, формується соціальний запит на educators, здатних до постійного покращення компетентнісного рівня, сталого особистісного розвитку. Підготовка педагогів нової генерації, здатних працювати в динамічному середовищі, адаптуватися до постійних змін, формувати суб'єкт-суб'єктні відносини в класі, у т.ч. з використанням сучасних ІКТ, є важливим завданням закладів педагогічної освіти.

Як зазначено в «Digital Agenda for Europe» [141], наразі близько 90% професій вимагають принаймні базових навичок роботи з ІКТ. Складність задач, поставлених перед вчителями обумовлюється тим, що вони мають не лише розвивати власну цифрову компетентність, а й компетентність учнів/студентів. А також — розвивати у них потребу і навички до саморозвитку впродовж життя.

Сучасність висуває вимоги до педагогів, які повинні вміти доцільно добирати та ефективно застосовувати в освітньому процесі прогресивні технології, що дозволяють максимально персоналізувати освітній процес, наблизити його до потреб і особливостей кожного учня: мультимедійні ресурси, електронні освітні ігрові ресурси, адаптивні технології тощо. Постійне оновлення цих технологій вимагає від сучасного вчителя бути

рефлексивним, здатним критично оцінювати власні здатності, спрямовувати зусилля на саморозвиток і самовдосконалення.

Підготовка вчителів все частіше розглядається в контексті навчання впродовж життя. Як відзначають фахівці OECD, у середньому 94 % вчителів з країн-учасниць залучаються принаймні до одного виду діяльності з професійного розвитку упродовж року [206]. Часто таке навчання проходить в онлайн середовищах, як неформальне або інформальне навчання, у позаробочий час. У зв'язку з цим існує потреба залучення технологій, що сприятимуть максимально ефективному поглибленню компетентностей вчителів із мінімізацією часових затрат. Прогресивними в цьому сенсі є адаптивні технології, що дозволяють забезпечити персоналізацію навчання і значно підвищити якість освіти, оптимізувати часові та інші ресурси. Хоча ці технології перебувають на початковому етапі розвитку, втім вони вже починають набувати поширення в розвинутих країнах світу.

Персоналізація навчання наразі відноситься до провідних світових освітніх трендів [124; 139; 124; 148; 208; 210] та ін.

Персоналізоване навчання — педагогічна концепція, згідно з якою в освітньому процесі зміщується акцент із нормативних вимог, стандартів на особистість того, хто навчається, з урахуванням його індивідуальних особливостей: нахилів, здібностей і талантів, національного і культурного контексту тощо).

Проаналізувавши матеріали Міжнародної Академії освіти (International Academy of Education), ЮНЕСКО [219], Майкрософт (Microsoft Education Transformation Framework) [216], виокремлюємо головні принципи персоналізованого навчання:

- активна участь (Active Involvement) — перехід від пасивного сприйняття учнями готової інформації до проблемного пошуку, самостійності та творчості;
- соціальна участь (Social Participation) — залучення учнів до активної участі в різних видах групової роботи, проблемних дискусіях, груповій проектній діяльності тощо;
- зв'язок навчання і практики (Meaningful Activities) — пов'язання змісту освіти з реальним життям, проведення практико-орієнтованих аналогій, виконання завдань із прив'язкою до вирішення повсякденних проблем тощо;
- зв'язок нових знань із попереднім досвідом (Relating New Information to Prior Knowledge) — важливо пов'язувати нову інформацію з попередньо отриманою, щоби вона не витісняла набуті

-
- знання, а доповнювала, розширювала, поглиблювала їх, сприяла встановленню логічних, міждисциплінарних зв'язків;
- стратегічність (Being Strategic) — у сучасному світі надшвидкого оновлення й поширення інформації важливо сформуванню у підростаючого покоління навички самонавчання, що полягають не лише власне в самому навчанні, а й у здатності планування й контролю цього процесу, вибудовування ефективних стратегій, власної освітньої траєкторії впродовж життя, знаходити навчальні відомості та критично оцінювати їх, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки тощо;
 - самоконтроль та рефлексія (Engaging in Self-Regulation and Being Reflective) — формування потреби і знатності здійснювати самоперевірку, критично оцінювати рівень своїх знань, компетентності, із залученням різних засобів (у т.ч. адаптивного оцінювання), моніторити власні отримані результати навчання, планувати діяльність щодо заповнення виявлених прогалин тощо;
 - реструктуризація попередніх знань (Restructuring Prior Knowledge) — запобігання тому, що попередні знання й досвід заважають засвоєнню нового навчального матеріалу (наприклад, пояснювати дітям, що Земля «кругла», тоді як людське око сприймає її по-іншому). Доцільно вводити нові знання, спираючись на вже відомі факти, та підкріплювати їх науковими доведеними даними;
 - розуміння замість запам'ятовування (Understanding Rather Than Memorization) — важливо орієнтувати учнів/студентів на розуміння загальних принципів, основ концепцій замість механічного запам'ятовування окремих фактів і алгоритмів. Це — умова ефективного навчання. Провідні міжнародні моніторингові дослідження (наприклад, PISA) будуються саме за таким принципом — перевіряється не саме знання навчальної програми, а їхнє розуміння, здатність ефективно застосовувати знання на практиці;
 - практика (Time for Practice) — у процесі навчання важливо виділяти час для вправлення, з тим щоби закріпити набуті навички і покращити їх. Формування окремих навичок (наприклад, читання й письма) взагалі неможливе без тривалого вправлення;
 - індивідуальні відмінності (Developmental and Individual Differences) — у навчальному процесі необхідно враховувати індивідуальні особливості кожного учня/студента. Ці особливості можуть як посилювати здатності учнів/студентів (наприклад, схильність до точних наук, непересічне просторове мислення і т.ін.), так і складати певні обмеження (наприклад, у учнів/сту-

дентів з особливостями психофізичного розвитку). Тому важливо пропонувати широкий вибір завдань і форматів, у т.ч. для оцінювання й самооцінювання, що сприятиме мотивуванню кожного учня/студента. Цей принцип у найбільшій мірі задовольняється за рахунок адаптивних технологій;

- мотивація (Creating Motivated Learners) — зацікавленість учнів/студентів в отриманні високих результатів є головною умовою успішного навчання. Відтак, важливо допомагати у правильній розстановці акцентів, цілей, добирати завдання адекватної складності (не занадто прості і не занадто складні), створювати ситуації успіху, уникати порівнянь учнів між собою, надавати підтримку, у т.ч. емоційну, та ін.

Як бачимо, більшою мірою наведені принципи, що визнані світовими фахівцями (зокрема, ЮНЕСКО, Майкрософт), з одного боку узгоджуються з класичними дидактичними принципами, а з іншого — відображають генезис підходів до навчання: від пасивної до активної участі, від рутинного запам'ятовування до творчого пізнання, від ролі вчителя-транслятора знань до вчителя-фасилітатора, від точечного використання технологій до їхньої органічної інтеграції в освітній процес.

У контексті персоналізації навчання, освітній процес за окресленими принципами поєднується із використанням технологій, що сприяють їхній ефективній реалізації. У загальному сенсі, істинно персоналізоване навчання стає можливим завдяки стрімкому розвитку ІТ-сфери. Розвиток технологій закономірно зумовив розвиток освіти в напрямі персоналізації, виступивши у ролі своєрідного каталізатора і невід'ємного складника цього процесу. До засобів підтримки персоналізації освітнього процесу відносимо адаптивні технології, що пристосовуються до учнів/студентів у реальному часі, а також забезпечують його та викладача аналітикою навчального процесу.

1.4. СУТНІСТЬ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ

Адаптивні системи навчального призначення приваблювали інтерес дослідників у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті практично на всіх етапах розвитку цієї галузі. Адже завжди метою тих, хто розробляє і впроваджує комп'ютерно орієнтовані системи, було створити засоби, що найбільш повно задовольняли б освітні потреби.

Із розвитком технологій, веб-простору і хмарних обчислень можливості індивідуалізації та забезпечення адаптивності в освітніх системах

значно зросли. Попри те, що сучасні адаптивні системи все ще перебувають у процесі експериментального вивчення, вони поступово розвиваються і впроваджуються в освітню практику різних країн світу. Ці системи спрямовані на забезпечення диференціації та персоналізації навчання на більш високому якісному рівні, порівняно із системами попередніх поколінь. Принципи їхньої роботи полягають у динамічному пристосуванні (адаптуванні) до рівня та тематики навчального курсу, що обумовлюється здібностями, знаннями й навичками окремого учня/студента. «Відстежуючи» те, що учень/студент знає та вміє, система з високим ступенем точності вибудовує його освітній маршрут, послідовно «переміщуючи» від одного навчального блоку до наступного, поки не буде досягнуто запланованих результатів.

З огляду на те, що практичний досвід застосування адаптивних систем навчання, як в Україні, так і у світі загалом, є досить незначним, важливим є розгляд концептуальних основ цієї технології задля уникнення двозначності тлумачень і підходів до розуміння її сутності, а також особливостей розроблення, впровадження та використання.

Адаптивні навчальні технології представляють собою спеціалізоване програмне забезпечення чи сервіси, які адаптуються до потреб окремих учнів/студентів у ході навчання. Ці інструменти здатні синхронізуватися з навчальним процесом і, базуючись на технологіях машинного навчання, можуть адаптуватися до прогресу кожного учня/студента і самостійно корегувати навчальний контент у режимі реального часу [62].

Хоча більшість сучасних систем підтримки навчання на основі ІКТ дозволяють значною мірою диференціювати та індивідуалізувати освітній процес, все ж це не є свідченням їхньої адаптивності. Зазвичай ці системи здатні на основі простих даних вибудувати більш-менш правильний індивідуальний освітній маршрут для учня/студента та дозволяють досягти певної диференціації навчального процесу за участю педагога чи без нього. Натомість, адаптивні системи навчання (АСН) являють собою платформи з гнучкими алгоритмами оцінювання, можливістю отримання даних про навчальний прогрес та побудови на їхній основі точних висновків. Вони передбачають відслідковування індивідуального прогресу кожного учня/студента та використання цих даних для динамічного модифікування контенту в режимі реального часу. Іншими словами, АСН більш динамічно і точно «підлаштовуються» під кожного конкретного учня/студента, його темп, вікові, психологічні та інші особливості, добираючи відповідний супровід і контент. У таблиці 1.2 представлено порівняльну характеристику традиційної та адаптивної систем навчання на основі ІКТ.

Серед переваг АСН визначають такі:

- автоматизація оцінювання та прогнозування, що значно підвищує ефективність цих процесів;
- можливість «адаптуватися» під кожного учня/студента, незалежно від стартового рівня знань, здібностей, особливостей психофізичного розвитку і т.д., на відміну від традиційної системи, у якій учень/студент повинен підлаштовуватися під загальні стандарти;
- регулювання ступеня складності навчального контенту, що сприяє більш ефективному, послідовному проходженню курсу;
- можливість постійного оцінювання, відслідковування навчального прогресу учня/студента та корегування його у разі необхідності;
- можливість отримання даних не лише про навчальний прогрес кожного учня/студента, а і його індивідуальні потреби;
- можливість учню/студенту здійснювати самоаналіз, відслідковувати власний освітній маршрут, прогрес у процесі навчання завдяки отриманню зворотного зв'язку (фідбеку) від системи в режимі реального часу;
- заохочення учнів/студентів до саморозвитку і реалізації індивідуальної освітньої траєкторії незалежно від викладача, за допомогою автоматизованих циклів зворотного зв'язку;
- можливість зниження рутинного навантаження на викладачів, вивільнення часу для професійного розвитку чи ін.;
- можливість постійного вдосконалення навчальних курсів на основі глибокого аналізу навчального прогресу, особливостей проходження індивідуальної траєкторії кожним учнем/студентом, що сприяє покращенню якості освітньої діяльності закладу загалом.

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика традиційної та адаптивної систем навчання на основі ІКТ

Традиційна система навчання на основі ІКТ	Адаптивна система навчання на основі ІКТ
Епізодичне відслідковування навчальних результатів.	Ретельний контроль навчального прогресу учня/студента на всіх етапах.
Відслідковування результатів тестового контролю, статистики витраченого часу та ін.	Відслідковування складності матеріалу, успішності виконання подібних завдань, готовності учнів/студентів до сприйняття нового матеріалу, прогресу їхніх здібностей у часі та ін.
Фіксування того, що учні/студенти виконали.	Фіксування в деталях того, що учні/студенти знають.

Спрямованість на заучування.	Спрямованість на засвоєння.
<p>Врахування рівня знань за різними темами / розділами / модулями тощо, «підбір» і «дозування» матеріалу з урахуванням виявленого рівня знань.</p>	<p>Врахування знань і вмінь при «налаштуванні» параметрів контенту; оцінювання чутливості учнів/студентів до змін (у викладанні, темпі чи ін.); оцінювання сильних і слабких сторін учнів/студентів та відповідне корегування цілей; передбачення швидкості та вірогідності досягнення цілей, певного рівня знань тощо — для відшукування оптимальної стратегії для кожного учня/студента на кожному рівні.</p>
<p>Формування припущень, що призводять до зростання похибки з кожним наступним рівнем навчання.</p>	<p>Формування висновків і рекомендацій, точність яких зростає з кожним наступним рівнем навчання.</p>

Власне адаптивність сервісу може виявлятися в одному або кількох аспектах: змісті, оцінюванні та послідовності (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Аспекти адаптивності сервісу [137]

Сервіси з *адаптивним контентом* дозволяють визначити, який саме навчальний матеріал учень/студент не зрозумів. Система «дрібнить» кожний навчальний блок на частини, і учень/студент отримує можливість перейти до наступної змістової одиниці лише після того, як успішно засвоїв попередні. Якщо виникають проблеми з певним змістовим блоком, система це відслідковує і пропонує повторно пройти матеріали саме за цією тематикою. Одночасно з цим, educator може відслідковувати прогрес за кожним учнем/студентом: у якому темпі виконуються завдання, на якому етапі він/вона наразі перебуває тощо. Прикладом платформи з адаптивним контентом є СК-12 [134]. Це безкоштовний англomовний ресурс з освітніми матеріалами (відео, завданнями, тестами, флеш-картками та ін.) з більшості шкільних предметів. Типовий вміст навчального блоку в СК-12 — це відео, текстові приклади, інтерактивні завдання для закріплення знань (PLIX), симуляції.

Сервіси *адаптивного оцінювання* проєктуються таким чином, щоби кожне запитання/завдання залежало від того, як учень/студент впорався з попереднім: якщо успішно, то наступним пропонується більш складне запитання/завдання, якщо невдало, то більш просте. Такі сервіси можуть створюватися як у складі певних програм, платформ (ST Math, Smart Sparrow та ін.), так і окремо (Typeform, Quizalize та ін.). Авторитетним і знаним розробником сервісів адаптивного оцінювання є NWEA [178]. Адаптивні тести можуть добиратися і застосовуватися залежно від дидактичних цілей — як засіб поточного, тематичного та/чи підсумкового оцінювання, моніторингу. Наприклад, сервіс MAP Growth від NWEA рекомендується до застосування для періодичного оцінювання знань з різних предметів («довгий» тест раз на кілька місяців), а сервіс MAP Skills рекомендується застосовувати частіше, так як він дозволяє визначити, які труднощі має учень/студент під час засвоєння матеріалу та належним чином скорегувати навчальний процес. Важливою перевагою моніторингу із застосуванням адаптивних тестів є можливість отримання детальної статистики за кожним учнем/студентом упродовж різних проміжків часу — від місяців до років, і відповідно вибудовувати індивідуальну траєкторію навчання (самостійно або за участю educator).

Сервіси з *адаптивною послідовністю* здійснюють збір і аналіз даних користувача безперервно. У той час, коли учень/студент працює над виконанням завдань, програма здійснює аналіз відповідей та послідовно відбирає наступний content відповідної складності. Загалом такі програми можуть враховувати цілу низку різних показників: корек-

тність відповідей на запитання, кількість спроб, витрачений час, задіяння додаткових ресурсів, особисті інтереси (наприклад, яким ресурсам учень/студент віддає перевагу), а інколи і настроїв. Розробка таких сервісів — найбільш трудомістка, оскільки вони дозволяють вибудовувати і корегувати індивідуальну освітню траєкторію кожного учня/студента в режимі реального часу. Адаптивна послідовність проходить три етапи: збирання даних, аналіз даних, пристосування послідовності подачі матеріалу до потреб окремого учня/студента [137]. Адаптивну послідовність застосовує Knewton.

Інколи розробники адаптивних сервісів застосовують кілька адаптивних аспектів. Наприклад, в онлайн курсі Precalculus поєднали адаптивне оцінювання та адаптивну послідовність (сервіс ALEKS). У платформі Smart Sparrow — адаптивний зміст і послідовність, і т.д.

Існує багато форм АСН. Хоча в освітній галузі наразі не існує однозначної градації та опису таких систем, умовно їх можна описати за такими *характеристиками*, що будуть притаманні переважній більшості з них:

- автоматизація — можливість створення автоматизованих процесів, що зменшують кількість рутинних операцій під час оцінювання, навчання та досягнення навчальних цілей;
- секвенування — можливість забезпечення послідовного прогресування компетентностей учня/студента, визначених у кінцевих цілях, у фіксовану або нефіксовану одиницю часу;
- оцінювання — можливість застосування низки критеріїв, діагностичного й формувального оцінювання на засадах більшої безпосередності та безперервності;
- збір даних у режимі реального часу — можливість збирати, обраховувати та оцінювати дані з масиву ресурсів за допомогою визначених методів у режимі реального, або майже реального часу;
- самоорганізація — здатність системи використовувати результати для неперервного формування циклів зворотного зв'язку (фідбеків) в процесі викладання і навчання [184].

З огляду на зазначені характеристики вирізняють чотири основні *типи АСН*, а саме: 1) АСН на основі машинного навчання; 2) АСН на основі прогресивного алгоритму; 3) АСН на основі правил; 4) АСН на основі дерева рішень. Розглянемо їх детальніше.

1. *АСН на основі машинного навчання (Machine-Learning-Based Adaptive Systems)*. У загальному сенсі машинне навчання (МН) — це наука змусити комп'ютер діяти, не будучи явно запрограмованим [37]. Це підгалузь штучного інтелекту в галузі інформатики, яка часто застосовує статистичні прийоми для надання комп'ютерам здатності

«навчатися» з отриманих даних, тобто поступово покращувати продуктивність у певній задачі без того, щоби бути програмованими явно [56].

Можна сказати, що навчання машини відбувається тоді, коли вона змінює свою структуру, програму або дані (у відповідь на зовнішню інформацію) таким чином, що її очікувана майбутня продуктивність покращується [37].

АСН, засновані на МН, є найсучаснішим науково орієнтованим засобом забезпечення справжньої адаптивності. Певною мірою МН близьке до технології розпізнавання образів, статистичного моделювання, предиктивної аналітики, статистичних закономірностей тощо. АСН, що базуються на МН, використовують запрограмовані алгоритми для створення адаптивного ядра та прогнозування в режимі реального часу навчального прогресу учня/студента. Такі АСН використовують алгоритми навчання для створення інших алгоритмів, які, у свою чергу, створюють адаптивні послідовності та предиктивну аналітику, що може неперервно збирати дані та застосовувати їх для просування учня/студента за освітнім маршрутом [185; 184].

Основними характеристиками АСН, заснованих на МН, визначають такі:

- постійне та динамічне вдосконалення — методика навчання з часом покращується;
 - профілі учнів/студентів, що містять класифікаційні відомості про тих, хто навчається — стиль навчання, навчальний прогрес, індивідуальні особливості, сильні та слабкі сторони тощо;
 - особистий шлях та темп навчання — учні/студенти можуть автоматизувати процес самонавчання;
 - індивідуалізований зворотній зв'язок — система здатна виводити дані про індивідуальний рівень знань учня/студента і надавати точний фідбек, рекомендації, засновані на загальних уявленнях про ефективне навчання;
 - контент-агностика — система передбачає відносно знання про навчальні результати, досягнення учня/студента, що базуються на різноманітті навчальних засобів (текст, відео, аудіо тощо) [185; 184].
2. *АСН на основі прогресивного алгоритму (Advanced Algorithm Adaptive Systems)*. Такі системи забезпечують «взаємодію» між комп'ютером та учнем/студентом у форматі «1:1», що робить її масштабованою за типом вмісту (як правило, точних наук). Змістові модулі призначаються («відкриваються») для конкретних, окремих профілів учнів/студентів на основі попередньо підтвердженої якості знань та навичок. Тобто, якщо учень/студент успішно пройшов

модуль «А», це фіксується в його профілі, і після цього система «підбирає» для нього наступний модуль — «Б».

Такі системи здійснюють зворотній зв'язок, оцінювання освітніх маршрутів, добір навчального контенту для учня/студента в режимі реального часу, аналізуючи дані, отримані від інших учнів/студентів, які досягли подібного рівня, вивчають аналогічний контент. АСН на основі прогресивного алгоритму записують і управляють величезними обсягами даних, прив'язаними до профілів учнів/студентів, та фіксують різну поведінку і види активності: кількість «кліків», часові інтервали, протягом яких виконувались ті чи інші завдання, невдалі і вдалі спроби виконання завдань тощо. У таких системах освітні маршрути визначаються в режимі реального часу, а зворотній зв'язок забезпечується миттєво у відповідь на дані, що неперервно аналізуються у фоновому режимі. Методи навчання та освітній контент змінюються на альтернативні, якщо попередньо закладений маршрут виявився неефективним.

3. *АСН на основі правил (Rules-Based Adaptive Systems)*. Такі АСН функціонують на основі заздалегідь визначеної низки правил і, порівняно із системами на основі МН, менш точно адаптуються до кожного учня/студента. Подібні системи проєктуються не за алгоритмічним підходом. Натомість, вибір навчального маршруту обумовлюється певними правилами, що можуть змінюватися для окремих учнів/студентів, а зворотній зв'язок надається після завершення навчального модуля. АСН на основі правил не використовують дані профілів щодо індивідуальних особливостей, характеристик. Учні/студенти проходять заздалегідь визначений навчальний маршрут із заданими послідовностями. При цьому систематично надається зворотній зв'язок, а виправлення вносяться на основі попередньо визначеної низки правил.
4. *АСН на основі дерева рішень (Decision-Tree Adaptive Systems)*. Такі системи являють відносно просту класифікацію («дерево») визначеного і обмеженого репозитарію контенту, оцінок, банку відповідей. Зазвичай подібні системи мають обмежені типи оцінок, що є бінарними за формою і функціями. АСН на основі дерева рішень відрізняються від АСН на основі правил, оскільки правила в них є відносно статичними і не змінюються. Такі системи на використовують профілі учнів/студентів, натомість вони використовують низку статистичних послідовностей по типу «якщо це — тоді це» [185; 184].

Системи на основі дерева рішень, в залежності від їхньої складності, можуть приймати форму інтелектуальних систем, але не є основаними на знаннях, оскільки в них не закладено відповідний колективний збір даних. Такі АСН використовують встановлений набір правил із попередньо визначеного набору модулів контенту, оцінок і банків-відповідей. Використовуючи інтервали даних і зворотній зв'язок, створюються робочі потоки учнів/студентів.

АСН, незалежно від їхнього типу, як правило, потребують архітектури, що інтегрує ключові функції модулів (навчального контенту), оцінювання та рамки компетентностей, які в сукупності мають забезпечити підтримку персоналізованого освітнього середовища. Як зазначено в [184], АСН, як мінімум, складаються з методів, що організують: 1) навчальні модулі (зміст, контент), який необхідно пройти; 2) декілька систем оцінювання, що відслідковують та оцінюють навчальні досягнення учнів/студентів; 3) методи, що дозволяють узгодити демонстрацію навчального змісту з окремими учнями/студентами динамічним та персоналізованим чином.

Аналіз джерельної бази, переважно робіт закордонних дослідників та експертів, дозволив виокремити низку *показників*, що визначають, чи є система навчання адаптивною. Отже, вважаємо систему навчання адаптивною, якщо вона:

1. Може адаптуватися до різних стилів навчання (наприклад, різного темпу).
2. Містить статистично точні когнітивні моделі, що дозволяють визначити і перевірити достовірність досягнутого компетентнісного рівня учнів/студентів.
3. Може коректно реалізовувати адаптивну послідовність для точного і неперервного збирання даних в режимі реального часу щодо успішності учня/студента та використання цих даних для автоматичного корегування освітнього маршруту.
4. Містить функціонал для адаптивного оцінювання.
5. Може точно визначати виправлення та корегувальні дії шляхом адаптивного оцінювання (як на основі норм, так і на основі критеріїв).
6. Може синхронно критично вимірювати знаннєвий (наскільки успішно учень/студент опанував навчальний зміст) та поведінковий (наскільки учень/студент активно був залучений в навчальний процес) компоненти.
7. Може розробляти комплексні рамки компетентностей, що індексують результати навчання.

Сучасні досягнення у розвитку технологій дозволяють розширити функціонал підтримки індивідуальних навчальних траєкторій учнів/студентів. Науково обґрунтоване і педагогічно доцільне впровадження в навчальне середовище сучасних ІКТ, зокрема адаптивних систем, сприятиме набуттю цим середовищем ознак відкритості, персоналізованості, що уможливить доступ до якісного освітнього контенту всім суб'єктам навчання, незалежно від індивідуальних особливостей.

АСН ще тільки розвиваються, поступово набираючи обертів у розвинених країнах світу. Такі системи, у порівнянні з розробками попередніх поколінь, краще і швидше налаштовуються в процесі роботи, володіють властивостями гнучкості, відкритості до модифікацій, що зрештою і дозволяє забезпечити індивідуалізацію, персоналізацію, особистісно орієнтований підхід у навчанні. Алгоритми, закладені в АСН, оцінюють результати кожного учня/студента в режимі реального часу і залежно від цього корегують зміст, темп та ін. В основу функціонування таких систем закладено компетентнісний підхід, зорієнтованість на індивідуальний прогрес. Це відрізняє їх від традиційних систем управління навчанням, спроектованих для масового навчання, лінійного проходження курсу.

Основна перевага АСН полягає в їхній можливості визначати, як людина навчається, як «просувається» у виконанні завдань, а також у забезпеченні точного і своєчасного зворотного зв'язку та покращенні навчальних результатів. Оскільки такі системи здійснюють обчислення дуже високого порядку, аналізуючи величезні масиви даних в режимі реального часу, питання масштабованості системи може розглядатися з двох позицій: як ефективно програмувати ці системи та як підготувати таку архітектуру, щоби витримувала обробку, завантаження, розподіл цих даних. З огляду на це, вважаємо актуальним і перспективним вивчення теоретичних засад проектування АСН на основі хмаро орієнтованих платформ, а також розроблення методик їхнього використання в професійній підготовці вчителів, як головних суб'єктів упровадження інновацій в загальній середній освіті.

1.5. СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ВІТЧИЗНЯНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРИ

Адаптивні хмаро орієнтовані системи в секторі вищої та післядипломної педагогічної освіти України. У 2018 році Інститутом інформаційних технологій і засобів навчання було проведено дослідження щодо стану використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладах

освіти. В опитуванні взяли участь представники 26 закладів освіти, серед яких 16 закладів вищої післядипломної освіти (ЗВПО); 10 інститутів післядипломної педагогічної освіти (ІППО). Їм було поставлено запитання: «Які системи підтримування навчання використовуються у навчальному процесі у закладі освіти?».

У результаті опитування було встановлено, що в більшості закладів не застосовуються хмаро орієнтовані системи управління навчанням, що є необхідною умовою формування адаптивного середовища навчання на даному етапі розвитку ІКТ. Якщо є адаптивні підходи до організації процесу навчання все ж застосовуються, вони не завжди є інтегрованими, повністю автоматизованими, спрямованими на комплексне навчання вчителів. Результати опитування представників навчальних закладів щодо використання систем підтримування навчання, зображені на рис. 1.2 — 1.4.

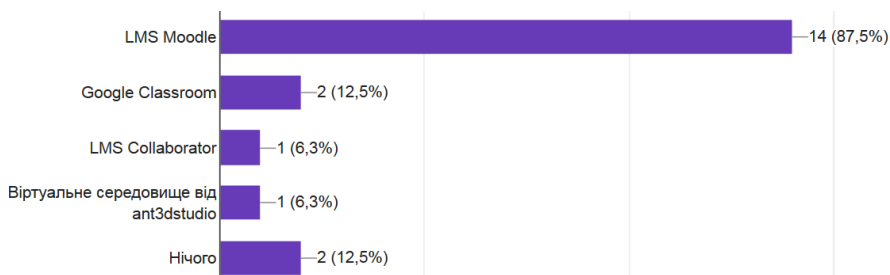


Рис. 1.2. Системи підтримки навчання, що використовуються

у вітчизняних педагогічних університетах

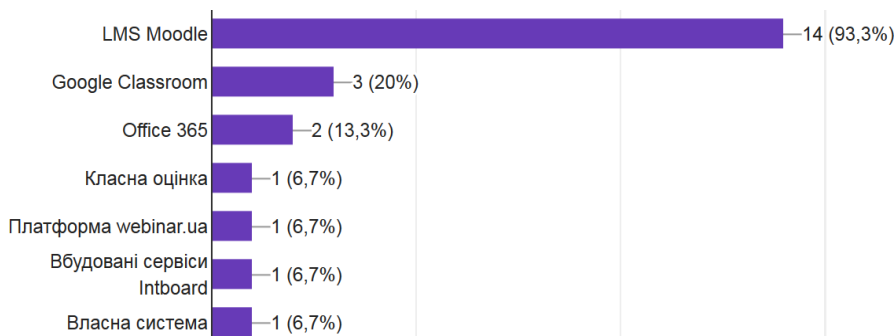


Рис. 1.3. Системи підтримки навчання, що використовуються у вітчизняних закладах післядипломної педагогічної освіти

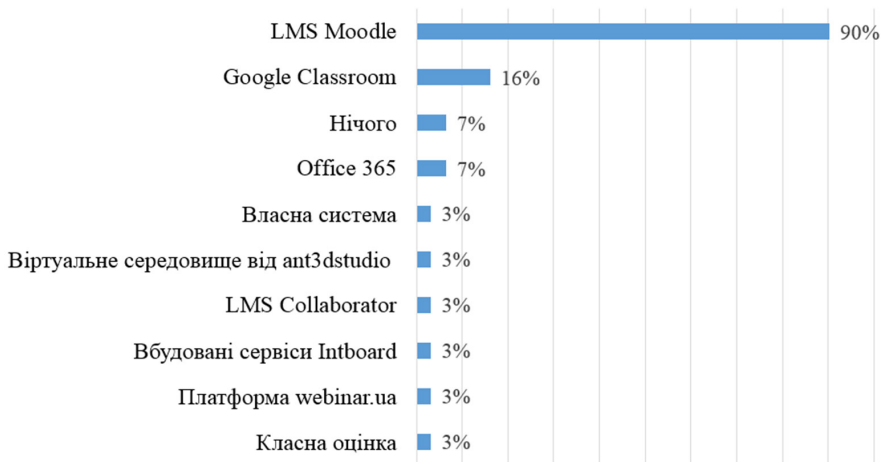


Рис. 1.4. Використання хмаро орієнтованих систем навчання у закладах освіти (зведені дані по ЗВПО і ІППО)

Адаптивні хмаро орієнтовані системи в позашкільній освіті України. Завдяки динамічному розвитку Інтернет-технологій (IT) провідні функціональні характеристики інформаційно-комунікаційних мереж еволюційно змінюються, поліпшуються користувальні інформаційно-комунікаційні та операційно-процесуальні параметри: від закритих локальних — на першому, початковому етапі, до відкритих: інформаційно-транспортних — на другому етапі, інформаційно-контентних (змістових) — на третьому, інформаційно-сервісних — на четвертому, і, нарешті, інформаційно-адаптивних — на сучасному п'ятому [6]. Всесвітня мережа стала і тим середовищем, де розгортається когнітивно-комунікативний сценарій розвитку освіти. Функціонування мережеорієнтованого середовища для ефективної взаємодії усіх учасників навчально-виховного процесу (від учнів, вчителів, батьків, експертів-методистів до управлінців) можливе за умови використання електронних підручників, репозиторіїв цифрових освітніх ресурсів, віртуальних лабораторій, мультимедійних засобів навчання, рейтингових систем оцінювання навчальних досягнень учнів тощо. Тобто за допомогою сучасних знаннево-орієнтованих IT відбувається формування мережеорієнтованого інформаційно-освітнього середовища, що реалізується на сучасних принципах, цілях, технологіях та інструментах розвитку системи освіти, сукупність яких складає концептуальні підходи в створенні адаптивних освітніх сервісів відкритої освіти [32]. Адаптивне навчання — процес із широким спектром впливу особи-

стості учня на оточуюче його освітнє, соціальне, морально-етичне середовище, або навпаки — впливу зовнішніх і внутрішніх чинників на особистість учня [16; 21; 30]. Створення відкритих комп'ютерно-інтегрованих освітніх середовищ повинно містити дві важливі складові, це — створення та підтримка сучасного потужного, адаптивного апаратно-програмного середовища та наповнення його педагогічно та методично виваженим предметним змістом. На платформі мережеорієнтованого інформаційно-освітнього середовища для кожного учня та вчителя створюються відповідні персоналізовані електронні площадки. Персоналізована електронна площадка (Network Platform) — віртуальний ІКТ-об'єкт адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, ситуаційна складова логічної мережної інфраструктури із тимчасовою гнучкою архітектурою, що за своєю будовою і часом існування відповідає персоналізованим потребам користувача, а його формування і використання базується на адаптивних технологіях [33; 29]. В сучасній освіті відкрите мережеорієнтоване інформаційно-освітнє середовище має виступити як особливе культурне середовище, занурення в яке забезпечить систематизацію та ефективність засвоєння знань, розподіл інформаційних потоків у тематичні русла, де висвітлюються життєві орієнтири та духовно-моральні цінності. Тому формування мережеорієнтованого інформаційно-освітнього середовища має ґрунтуватися на використанні відповідних інноваційних моделей, що задовільняють найбільш повній реалізації освітніх потреб людини на основі гармонійного поєднання різноманітних мережних інструментів та адаптивних освітніх сервісів. Таке поєднання утворює гнучке й адаптивне інтегроване організаційно-технологічне та інформаційно-обчислювальне середовище, що визначально впливає на формування найбільш сприятливих (інформаційно-комфортних) умов для ефективного здійснення функцій адаптивного навчання [6].

Однією із задач діяльності в таких середовищах є надання умов ефективного використання інформаційних ресурсів усіма учасниками навчально-виховного процесу — учнями, викладачами, експертами, методистами та іншими фахівцями, залучення учнів до наукових досліджень, підготовки до участі в конкурсах, олімпіадах та вступу до вищих навчальних закладів. Для цього створюються адаптивні засоби формалізації навчальних інформаційних джерел формування знань, що враховують індивідуальні особливості кожного суб'єкта (учасника) освітнього процесу. За допомогою програмно-інформаційних компонентів мережеорієнтованого інформаційно-освітнього середовища забезпечується створення та використання баз навчальних та наукових

джерел, на основі яких реалізується освітній процес для конкретної особистості учня. При формуванні освітніх персоналізованих сервісів необхідно накопичувати не розрізнені дані, а структуровані, формалізовані інформаційні джерела — закономірності й принципи, що дозволяють ефективно виконувати поставлені завдання перед учнями.

Одним із підходів для структуризації та формалізації інформаційних джерел, що може використовуватися є онтологічний підхід, на основі якого користувачеві надається цілісний, системний огляд певної предметної галузі — концептуалізація певної галузі знань, що подається за допомогою визначення базових об'єктів і зв'язків між ними. При цьому визначаються загальноприйняті, семантично значущі «понятійні одиниці» інформаційних ресурсів, якими оперують учні; візуалізуються результати процесів інтеграції та агрегації розподілених інформаційних джерел і ресурсів у процесі реалізації навчальних завдань у легкодоступній наочній формі. Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як відкриту базу знань, що подана загальноприйнятою (формальною) мовою специфікації. В онтолого-класифікаційній схемі засобів і методів штучного інтелекту онтологічний підхід трактується як різновид системного підходу, заснованого на знаннях. Онтологічний підхід забезпечує ефективне проєктування компонентів будь-якої знання-орієнтованої інформаційної системи [33; 34; 40]. Комп'ютерна онтологія в цьому процесі виступає як діючий механізм створення системи знань, що відображає певну теорію, подану як множину термінів, зв'язків між ними, пов'язаних описів та формальних аксіом, що сприяє інтерпретації та спільного використання цих термінів. Комп'ютерну онтологію можна розглядати як певну експліцитну концептуалізацію логічної теорії деякого числення з певними правилами, що дозволяє систематизувати категорії дійсності як такі, що подаються мовою значень, та які є у змісті предметної дисципліни. До того ж онтологічні методи та системи забезпечують концептуальне відображення взаємозв'язків мережних інформаційних процесів і систем в різних предметних галузях за рахунок системних компонентів: а) множини концептів, як структури семантичних одиниць — понять; б) формальної моделі предметного контенту, поданої за допомогою деякої мови на основі опису концептуальної системи; в) функціональної моделі, яка забезпечує уніфікацію термінології, логіку опрацювання таксономічних категорій і зв'язків між ними, а також аксіоматизацію описів процесів, причинних зв'язків і процедур онтології [29].

Інформаційні ресурси в адаптивних освітніх сервісах подані описами у вигляді природно-мовних конструкцій, що відображають судження та твердження про певні факти предметно-тематичного профілю. Факти зв'язуються між собою множинами зв'язків, а також можуть характеризуватися певними властивостями. Таким чином, онтологічний підхід у наповненні адаптивних освітніх сервісів інформаційними ресурсами відображає понятійну систему певної дисциплінарної теорії, а методичне забезпечення навчально-пізнавального процесу полягає у засвоєнні понятійної системи, аксіоматики, правил, синтаксичних та морфологічних основ цієї теорії. Це забезпечує формування операціонального простору діяльності учнів, у якому вони спроможні взаємодіяти з іншими учасниками навчально-виховного процесу на основі діяльнісного та компетентнісного підходів, знаходячись у різних станах розвитку цього простору. Більше того, від рівня засвоєння понятійних систем, дисциплін, що вивчаються залежить і спроможність учня компетентно використовувати адаптивні освітні сервіси, тобто наукові понятійні теорії предметних дисциплін є знання-функціональним ядром навчально-пізнавального діяльнісного простору учня. У цьому просторі забезпечується інтеграція з компонентами навколишнього середовища, як на соціальному так і на тематично-дисциплінарному рівнях. Одним із можливих шляхів формування ефективної роботи учнів із розподіленими трансдисциплінарними інформаційними ресурсами та системами в такому просторі, забезпечуючи їх інтероперабельність та інтегративність, на основі таких функціональних дій як аналіз, синтез та добір є використання онтологічних мультиагентів. Онтологічний мультиагент є складною моделлю, що відображає стани взаємозв'язків концептів теорії, положення якої закладено у предметній дисципліні у вигляді певної множинної впорядкованості контекстів понятійної системи [29]. Онтологічні мультиагенти функціонально запрограмовані (за вказаними умовами) аналізувати різні інформаційні джерела, утворюючи відповідні таксономічні зв'язки на основі, опрацювання, зберігання і передавання даних. Властивості онтологічних мультиагентів визначають функціональні характеристики адаптивних сервісів для кожного учня при аналізі, структуризації, синтезу та добору ними інформаційних джерел відповідно до навчальних завдань. Мультиагенти — певні комп'ютерні онтології, що фактично формуються у віртуальному середовищі у вигляді множин об'єктів, для яких визначають гіпервластивості та інтерпретуючі функції, що процедурно забезпечують (за певними умовами) використання вказаних властивостей об'єктів. Структура онтологічного мультиагента

відображає основні та допоміжні терміни (концепти) та/або поняття та їх властивості та взаємозв'язки, тобто, зміст предметної дисципліни подається множиною взаємопов'язаних визначень термінів, які визначають імена концептів з відповідними контекстами, що складають предметну дисципліну — термінополе. Концепти термінополя предметної дисципліни можуть бути сформовані у вигляді глосарію. Множини понять, зв'язків між ними, відповідні інтерпретуючі функції, теорії є певними інструментами формування термінополя й утворюють концептуальну схему предметної дисципліни та конструктивно визначають структуру онтологічного мультиагента. Множина термінополів визначає концептуально-понятійний базис наукових теорій за рахунок визначення певної впорядкованості концептів предметної дисципліни. Таким чином, онтологічний мультиагент за змістом відображає понятійну систему певної дисциплінарної теорії, аксіоматики, правил, синтаксичних та морфологічних основ цієї теорії. При цьому враховуються індивідуальні особливості кожного суб'єкта освітнього процесу.

Вище сказане реалізовано в програмному комплексі ТОДОС, який використовується Національним Центром «Мала академія наук України» для створення єдиного мережеорієнтованого інформаційно-освітнього простору. ТОДОС (Трансдисциплінарні онтологічні діалоги об'єктно-орієнтованих систем) — технологія для побудови освітніх навчально-дослідницьких, локальних та мережних (розподілених) систем на основі онтологій та контекстно-семантичного аналізу (від локальної онтолого-керованої системи забезпечення навчального процесу до системи інтегрованого багатофакторного аналізу освітніх інформаційних ресурсів за допомогою онтологічної системи прийняття рішень та управління процесом формування знань) для забезпечення взаємодії усіх користувачів мережних інформаційно-освітніх середовищ (див. рис. 1.5.). Реалізація технології онтологічної інтеграції розподілених інформаційних ресурсів відбувається шляхом побудови онтологічного графа, вершинами якого є поняття і процеси предметних галузей (концепти). Програмний комплекс ТОДОС є мережним та кросплатформним [21].

Для роботи з ТОДОС користувачу потрібні базові знання при роботі з операційною системою Windows: вміння запускати програми, працювати з вікнами та стандартними елементами вікон (меню, закладками, кнопками, випадаючими списками, полями внесення даних тощо); основами роботи із мережею Internet: вміння переходити до web-сторінок, користуватись стандартними функціями (завантажити файл, зчитати, видалити тощо), мати найпростіші навички роботи з

пошуковими web-системами, а також вміння працювати з текстовим редактором MS Word та табличним процесором MS Excel.

Програма «КОНСПЕКТ» призначена для контекстно-семантичного аналізу і забезпечує виконання таких функцій:

- лінгвістичний аналіз тексту до рівня спрощеного синтаксичного та семантичного аналізів;
- виокремлення термінів предметної галузі з релевантних текстів;
- виокремлення і стисле конспектування фрагментів природно-мовних текстів, що стосуються заданої теми, яка задається ключовим словом або словосполученням;
- генерація за наслідками семантичного аналізу заданого числа вторинних ключів, використання яких у циклічному режимі дозволяє поглибити розкриття теми у сформованих конспектах;
- використання стислих тематичних конспектів для добору множини текстових документів, що найбільшою мірою релевантні заданій темі.

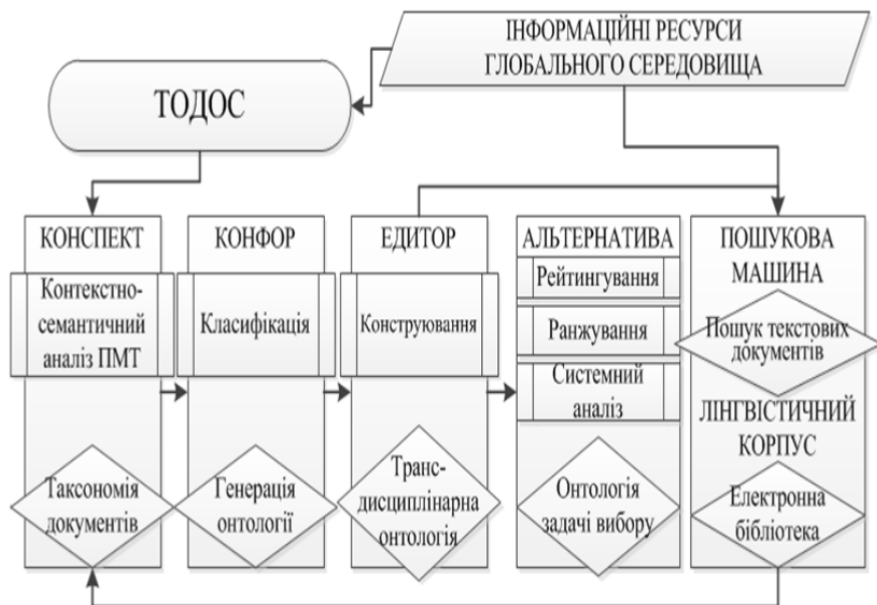


Рис. 1.5. Трансдисциплінарна інформаційна технологія ТОДОС

Програма «КОНФОР» призначена для створення онтології (предметних галузей), класифікації і генерації таксономій у вигляді онтологічних графів. Програма «ЕДИТОР», як складова програмного комплексу ТОДОС призначена для візуалізації побудованих структур і компонентів

операціонального управління інформаційними об'єктами. Програма «АЛЬТЕРНАТИВА» — забезпечує упорядкування об'єктів-концептів онтології на основі інтегрованого опрацювання властивостей, що їх характеризують. Програма «ЛІНГВІСТИЧНИЙ КОРПУС» та вбудована в його середовище «ПОШУКОВА МАШИНА» забезпечують маркування та індексування семантичних одиниць, що визначають і описують контексти об'єктів тематичних онтологій предметної галузі. У системі ТОДОС забезпечується побудова усіх ланцюгів процесу трансдисциплінарної інтеграції: семантичний контент-аналіз текстових документів; таксономізація; виокремлення властивостей концептів таксономії; формування онтології задачі вибору; трансдисциплінарна інтеграція контекстів на основі властивостей-критеріїв концептів, які визначають онтологію вибору (показано на рис. 1.6).

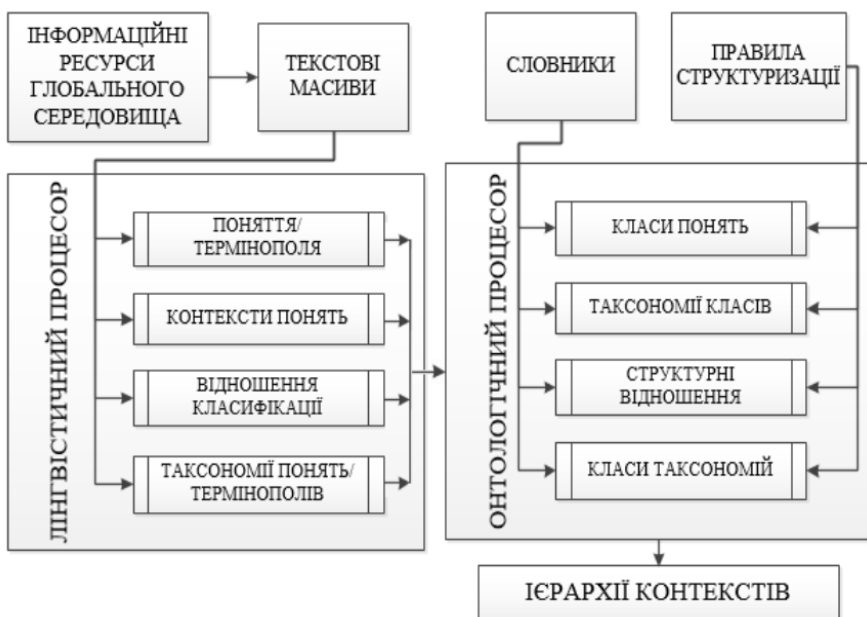


Рис. 1.6. Узагальнена схема опрацювання інформаційних ресурсів засобами ТОДОС

На рис. 1.7-1.8 показано фрагмент шкільної віртуальної світлиці Т. Г. Шевченка в об'єктному та графовому відображенні, створеної за допомогою програмного комплексу ТОДОС.



Рис. 1.7. Шкільна віртуальна світлиця Т. Г. Шевченка.

Об'єктне відображення

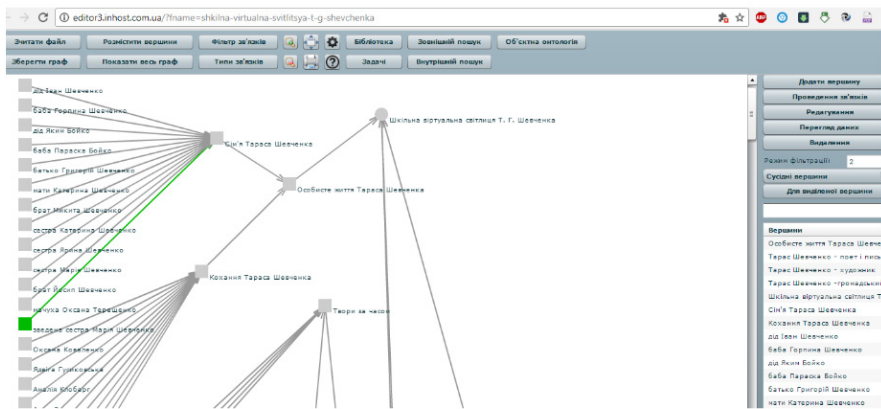


Рис. 1.8. Шкільна віртуальна світлиця Т. Г. Шевченка. Графове відображення

Створення онтологічних адаптивних освітніх сервісів з урахуванням індивідуальних особливостей учнів допомагає створити систему індивідуально-своєрідних прийомів і способів навчальної діяльності, надає можливість створювати персоналізовані підходи до навчання учнів у вигляді дослідження властивостей об'єктів предметних дисциплін, а це забезпечить високу наукову змістовність навчального процесу. Такі підходи до організації процесу навчання дозволяють запобігти численним прогалинам в індивідуальній підготовленості учнів, досягати їм отримати бажаного рівня знань.

РОЗДІЛ II

ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ І ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Розвиток адаптивних хмаро орієнтованих систем ґрунтується як на загальнонаукових, так і на специфічних підходах, які забезпечують отримання максимально об'єктивних, точних, систематизованих даних про процеси та явища [44], серед яких наступні.

Аксіологічний (гр. *axia* — цінність, *logos* — вчення) підхід дозволяє вивчати явища і потреби учасників навчально—виховного процесу під час навчання у хмаро орієнтованому середовищі (ХОНС).

Гуманістичний (анг. *humanistic*) підхід передбачає формування довіри, доброти, чуйності, уваги, співчуття у стосунках між учнями й учителями, учасниками навчального процесу між собою.

Компетентнісний (англ. *competence*) підхід передбачає мотиваційну, когнітивну, рефлексивну, операційно-технологічну та самостійно-пізнавальну діяльність, засвоєння способів набуття знань та інших складових результату навчання, що відбивають прирощення не лише знань, умінь і навичок, а й досвіду емоційно-ціннісного ставлення:

Особистісно орієнтований (англ. *Individually oriented*) підхід вимагає визнання унікальності особистості, що передбачає опору на природний процес саморозвитку здібностей, самовизначення, само-реалізацію, самоутвердження, створення для цього відповідних умов.

Ресурсний (анг. *resource*) підхід вимагає організацію навчання, орієнтовану на пошук і розвиток потенціальних можливостей кожного учня, виявлення індивідуальних ресурсів кожного учня, прогнозування їх змін може забезпечувати реалізацію його можливостей в ХОНС. Ресурс визначається як сукупність об'єктивних умов і засобів, необхідних для реалізації закладених природою можливостей учня.

Системний (англ. *system*) підхід орієнтує на визначення навчання як цілеспрямованої творчої діяльності його суб'єктів. Він вимагає розгляду зв'язків мети, завдань, змісту, форм, методів навчання у взаємо-

дії компонентів педагогічного процесу, що дозволяє виявляти якісні характеристики та загальні системні властивості.

Синергетичний (англ. synergos) підхід орієнтує учня на самоорганізацію, саморозвиток, які здійснюються на основі постійної активної взаємодії із зовнішнім середовищем, що веде до змін, становлення нових якостей та ін. [92, с. 81].

Специфічні методологічні підходи, що визначають особливості хмаро орієнтованого навчального середовища для організації навчально-виховного процесу наведені нижче [44].

Історичний (англ. historical) підхід передбачає, що кожне явище повинно розглядатися в динаміці та прогнозувати перспективи його розвитку.

Інноваційний (англ. innovative) підхід означає впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища, що забезпечує мобільність учасників навчально-виховного процесу, модернізацію методів і форм навчання, підвищення якості освітніх послуг.

Порівняльний (англ. comparative) підхід спрямований на виявлення подібних і відмінних ознак між навчальними середовищами, їх елементів, а також загальних і відмінних закономірностей їх виникнення, розвитку, функціонування. За допомогою порівняльного методу виявляється загальне й особливе в навчальних середовищах, пізнаються процеси та визначаються тенденції розвитку.

Когнітивний (англ. cognitive) підхід означає виявлення причин та пошук шляхів розв'язання навчальних проблем, що слугують стимулом у процесі розумового розвитку учня під час використання ХОНС.

Діяльнісний (англ. practice) підхід спрямований на організацію діяльності суб'єкта в ХОНС, де він був би активним у пізнанні, спілкуванні, своєму розвитку.

Пракселогічний (англ. praxiological) підхід означає набуття навичок, наближених до автоматизму завдяки послідовним і цілеспрямованим тренуванням та спеціально підібраним вправам. Це дозволяє значно збільшити швидкість, покращити логіку та якість виконання дій під час навчально-виховного процесу в ХОНС.

Диференціальний (англ. differential) підхід—забезпечення прав обдарованих дітей та дітей з різними функціональними обмеженнями на отримання доступу до якісних освітніх послуг.

До загальнонаукових, як центрального поняття, логічного вираження пізнання, основної ідеї, що пронизує систему знань і встановлює субординацію цього знання належать принципи об'єктивності, розвитку, загального зв'язку та взаємодії, термінологічності, пізнання.

Упродовж останніх років головна тенденція розвитку засобів і технологій Інтернет, що утворюють комп'ютерно-технологічну платформу навчального середовища сучасної системи освіти, полягає у ширшому використанні у навчанні мережних і дистанційних технологій, принципів відкритої освіти [6]. Застосування новітніх засобів ІКТ покликане сприяти забезпеченню всебічного розвитку особистості тих, хто навчається, відповідно до індивідуальних потреб і вимог суспільства. Цієї мети можна досягти на основі реалізації сучасних парадигм людиноцентризму, рівного доступу до якісної освіти, принципів відкритої освіти, здобутків передової вітчизняної і світової психолого-педагогічної науки та освітньої практики, науково-технічного прогресу в галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

Як зазначають автори останніх досліджень, основною тенденцією розвитку сучасних педагогічних систем є поступовий перехід до парадигми рівного доступу до якісної освіти [53, 104]. Це стає можливим значною мірою завдяки принципово новим засобам постачання та використання ІКТ-сервісів, інноваційних інформаційно-освітніх платформ навчання. Тому визначення складу і структури освітнього середовища навчального закладу, а також платформи його реалізації мають бути організовані таким чином, щоб якомога більш повно сприяти досягненню цілей сучасної парадигми освіти і впровадженню нових форм навчання.

В умовах хмаро орієнтованого освітнього середовища розширюються межі доступу до якісних електронних ресурсів, що володіють такими інноваційними характеристиками, як адаптивність, мобільність, повномасштабна інтерактивність, вільний мережний доступ, уніфікована інфраструктура, забезпечення універсального підходу до роботи [105]. Тому реалізація принципів якості і доступності освіти стають основними засадами формування і розвитку середовища.

Суттєвою при проектуванні навчального середовища і його сервісів є можливість динамічного управління доступом до програмно-апаратного забезпечення, його гнучким налаштуванням на потреби користувача. Це технологія має привнести більший ступінь індивідуалізації та диференціації освітнього процесу, гнучкої адаптації до особистісних характеристик користувача.

Забезпечення високої якості освіти є одним із провідних завдань підготовки сучасного педагога. Суттєвою передумовою її поліпшення є ширший доступ до якісних електронних освітніх ресурсів (ЕОР) і провідних засобів ІКТ у навчальних закладах. Перспективним напрямом модернізації середовища підготовки фахівців у педагогічному

навчальному закладі є використання хмаро орієнтованих систем навчального призначення. У зв'язку з цим, виявлення кращих шляхів формування освітньо-наукового середовища навчального закладу, постачання електронних ресурсів, засобів і сервісів, що входять до складу контентного наповнення, а також моніторингу їх якості є актуальним завданням.

До інноваційних форм і методів навчання, що виникають у сучасному освітньо-науковому середовищі із використанням хмарних технологій належать такі, як навчання у співробітництві і соціальне навчання, масові відкриті навчальні курси, навчання будь-де і будь-коли із використанням мобільних пристроїв, відкрите навчання із великою кількістю доступних онлайн ресурсів, навчання у віртуальному класі, телекомунікаційні проекти, адаптивні технології налаштування навчального контенту, методи автоматизованого оцінювання та діагностики рівня навчальних досягнень студентів, відео-семінари, відео-конференції, Інтернет-форуми, вебінари, off-line/on-line практично-лабораторні заняття та консультації тощо [100].

Принципи відкритої освіти:

- а) *Принцип мобільності учнів і вчителів* — забезпечення мобільності учнів, випускників системи освіти і вчителів на ринках (у тому числі міжнародних) освітніх послуг і праці.
- б) *Принцип рівного доступу до освітніх систем* — забезпечення в системах відкритої освіти рівних умов для отримання освітніх послуг для всіх, хто має бажання і потребу навчатися впродовж життя та має для цього можливості.
- в) *Принцип надання якісної освіти* — забезпечення через відкриті системи такої якості освіти, яка відповідала би індивідуальним освітнім потребам учнів і вимогам суспільства щодо загального і професійного освітнього рівня своїх членів.
- г) *Принцип формування структури та реалізації освітніх послуг* — забезпечення ринкових механізмів формування якісної і кількісної структури підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації тих, хто навчається, та реалізації спектру освітніх послуг, що пропонуються і здійснюються через системи відкритої освіти [3].

Специфічні принципи (характерні саме для хмаро орієнтованих систем), мають наступні риси:

Принцип *адаптивності* означає придатність засобів і сервісів середовища для якомога більш широкого контингенту користувачів, у яких може бути різний рівень знань, індивідуальні особливості, темп опанування матеріалу тощо.

Принцип *персоніфікації* постачання сервісів — налаштування ІКТ-інфраструктури середовища (у тому числі віртуальної) на індивідуальні інформаційно-комунікаційні, інформаційно-ресурсні та операційно-процесуальні потреби учасників навчального процесу.

Принцип *уніфікації* керування інфраструктурою освітньо-наукового середовища — однорідність будови, спрямованої на комплексне зберігання даних і управління значними їх масивами на єдиній основі, що необхідно для забезпечення системності, інваріантності підходів до організації навчальної і наукової діяльності.

Принцип повномасштабної *інтерактивності* засобів ІКТ хмаро орієнтованого середовища навчального призначення стосується організації зворотного зв'язку при роботі з цими засобами. За допомогою зворотного зв'язку здійснюється контроль і корегуються дії того, хто вчиться, надаються рекомендації для подальшої роботи, забезпечується постійний доступ до супровідної довідки. Передбачається, що зворотній зв'язок справді постає як миттєвий, такий, що відбувається в реальному часі, дозволяє найбільш повно відреагувати на потреби того, хто вчиться.

Принцип *гнучкості і масштабованості* доступу до засобів і ресурсів хмаро орієнтованого середовища спрямований на те, щоб більш динамічно отримувати, розгортати і постачати хмарні послуги і надавати доступ до ІКТ сервісів і платформ, підвищити ефективність організації процесу навчання, забезпечуючи здатність швидкої адаптації до зміни вимог і задач, що виникають.

Принципи *консолідації* даних і ресурсів — реалізуються завдяки спрощенню процедур розгортання та управління інфраструктурою дата-центрів, що уможливорює більш ефективне об'єднання, накопичення, подання й опрацювання значних масивів даних і ресурсів.

Принцип *стандартизації і сумісності* — на основі стандартизації сервісів і процедур постачання хмарних послуг стають більш прозорими і зрозумілими способи проектування і розгортання компонентів навчального призначення, їх подання та інкорпорування на базі хмаро орієнтованих моделей.

Принципи *безпеки і надійності* означають, що із запровадженням хмаро орієнтованої інфраструктури середовища зростає доступність і надійність (безперебійність) постачання освітніх сервісів, що уможливорює більш стабільну роботу в середовищі, отримання потрібних обсягів необхідних ресурсів у зазначений час, уникнення або зниження загрози втрати цінних даних, несанкціонованого доступу, одержання хибних результатів.

Принцип *інноваційності* — реалізується завдяки можливості замовляти і оплачувати постачання хмаро орієнтованих сервісів у міру того, як їх використано, що значно збільшує свободу вибору і експериментування з різними типами електронних ресурсів, програмного забезпечення, комп'ютерних платформ і технологій, розширює частку дослідницького підходу у навчанні, сприяє розвитку навичок спільного опрацювання й аналізу даних та результатів колективного вивчення явищ і процесів.

Таким чином, серед усієї сукупності психолого-педагогічних *принципів*, згідно яких здійснюється формування адаптивних хмаро орієнтованих систем, виокремлено принципи *відкритої освіти*, що реалізуються більш повно завдяки засобам цього середовища; і *специфічні* — характерні саме для хмаро орієнтованого середовища (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Принципи відкритої освіти у формуванні адаптивних хмаро орієнтованих систем

Принципи формування адаптивних хмаро орієнтованих систем	
<i>Відкритої освіти</i>	<i>Специфічні</i>
Мобільності учнів і вчителів; рівного доступу до освітніх систем; надання якісної освіти; формування структури та реалізації освітніх послуг.	Адаптивності; персоніфікації постачання сервісів; уніфікації інфраструктури; повномасштабної інтерактивності; гнучкості та масштабованості; консолідації даних і ресурсів; стандартизації і сумісності; безпеки і надійності; інноваційності.

Відкрита наука — це досить широкий термін, що охоплює різноманітні течії, що мають на меті послаблення бар'єрів будь-якого характеру для надання доступу до результатів досліджень, ресурсів, методів або засобів, на будь-якій стадії дослідницького процесу. Це може бути — відкритий доступ до публікацій, відкриті дослідницькі дані, програмне забезпечення з відкритим кодом, відкрите співробітництво, відкритий процес рецензування, відкриті нотатки, відкриті освітні ресурси, відкриті монографії, громадянська наука, або «краудфандінг» (crowdfunding), все це потрапляє у межі терміну «відкрита наука». Автори проекту виокрем-

люють два основних, на їхню думку, принципи: відкритий доступ до даних досліджень; відкритий доступ до публікацій.

Таким чином, враховуючи тенденції розвитку ІКТ підтримування наукових досліджень, зокрема, на базі хмарних технологій, треба зазначити, що до принципів функціонування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища треба додати ще й принципи відкритої науки: відкритість методики дослідження, методів збирання і подання даних; відкритий доступ до результатів дослідження з можливістю повторного використання; відкритість процесів наукової комунікації; якнайширше використання засобів ІКТ, зокрема, хмаро орієнтованих, для підтримування наукового співробітництва та організації спільного доступу до даних у процесі роботи (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Принципи відкритої науки у формуванні адаптивних хмаро орієнтованих систем

Принципи відкритої науки у формуванні адаптивних хмаро орієнтованих систем

*Відкритість методики дослідження, методів збирання і подання даних;
відкритий доступ до результатів дослідження з можливістю повторного використання;
відкритість процесів наукової комунікації;
якнайширше використання засобів ІКТ, зокрема, хмаро орієнтованих, для підтримування наукового співробітництва та організації спільного доступу до даних у процесі роботи.*

РОЗДІЛ III

ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ЗАКЛАДІ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

3.1. ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ПРОЄКТУВАННЯ АДАПТИВНИХ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ У ЗАКЛАДАХ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Ресурси та послуги, що надаються в хмарі, суттєво змінилися за останнє десятиліття. Ці зміни були зумовлені розвитком промисловості та науковими дослідженнями, що сприяло реалізації хмарних сервісів як корисних програмних додатків [71, 103]. Передові компанії і державні інституції світу інвестують у перспективні цифрові технології, такі як мобільні засоби комунікації, мережні соціальні медіа, системи аналізу великих даних, «інтелектуальні» пристрої, що керують підключеними до них об'єктами і датчиками та інші. Перспективним напрямом технологічного розвитку та реалізації новітніх систем навчального призначення постають гібридні хмарні рішення [100].

Розроблення адаптивних систем навчального призначення, здебільшого з елементами штучного інтелекту, потребує опрацювання великих масивів знань, отриманих від студентів. Завдяки хмарним сервісам, що реалізують швидкісні обчислення, досягається можливість динамічної адаптації до досягнутого рівня знань, досвіду, умінь того, хто вчиться. Відтак, із використанням гібридних хмарних рішень системи навчального призначення набувають рис більш високої адаптивності, що ґрунтується на інтеграції різноманітних видів сервісів, об'єднанні їх в єдине середовище [100].

Проте, у структурі хмарних обчислень постійно відбуваються зміни. Тепер програмні додатки мають хмарну інфраструктуру, що складається з ресурсів від декількох постачальників. Отже, виникають нові обчислювальні архітектури: мульти-хмара, мікро-хмара, спеціальна хмара та неоднорідна хмара, що демонструють тенденції зміни інфраструктури хмари [218].

Головною відмінністю систем навчального призначення нового покоління від попередніх етапів розвитку штучного інтелекту (ШІ) і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (КОЗН) є більш високий рівень їх адаптив-

ності. Він досягається як за рахунок використання більш потужних і комплексних моделей учня і навчання з елементами ШІ, так і організації більш гнучкого і відкритого навчального середовища, зокрема на базі гібридних хмарних рішень, що забезпечує доступ до персоналізованих сервісів як в індивідуальній, так і колективній діяльності [100, 170].

Дослідники Huang W., Jin L. and Sandia I. пропонують використовувати технології інтелектуальних агентів візуалізації для управління ресурсами, апаратними засобами, платформами, освітніми програмами та службами, що базуються на хмарі, для узгодження навчальної діяльності. Сучасна концепція самого агента пов'язана з розподіленим штучним інтелектом, вона може бути визначена як автономна комп'ютерна система, що здатна до гнучкої взаємодії з іншими агентами для виконання автономних дій. Агенти базуються на концепції роботи розподіленого штучного інтелекту (Distributed artificial intelligence, DAI) в поєднанні з розподіленими обчисленнями. Вони здатні використовувати гнучкі та керовані стратегії для вирішення багатьох складних завдань, повністю використовуючи переваги розподілених методів розв'язання задач, а також переваги складних схем взаємодії. Ці програмні засоби демонструють, що використовуючи інтелектуальні агенти можна вирішувати методичні проблеми у відкритому хмаро орієнтованому середовищі. Парадигма агента добре підходить для забезпечення гнучкості та зменшення складності для організації та управління системою навчання [152].

Процеси навчання, що базуються на хмарі, досліджував Riahi G., який запропонував загальну модель архітектури хмаро орієнтованої системи електронного навчання. Запропонована дослідником модель містить п'ять компонентів, інфраструктуру, рівень програмного забезпечення, рівень управління ресурсами, рівень обслуговування і, нарешті, прикладний рівень. Кожен компонент має специфічні характеристики, які можуть бути використані для персоналізованого електронного навчання. Апаратний та інфраструктурний рівень складаються з таких ресурсів, як фізична пам'ять, оперативна пам'ять, сховище та центрального процесору. Програмний компонент складається з операційної системи та програмного забезпечення, що можуть мати різну продуктивність й інтерфейс, а також надають розробникам інструменти для подальшого вдосконалення програмного продукту.

У системі наявний рівень управління ресурсами на вимогу самообслуговування та розповсюдження програмного забезпечення шляхом вільного зв'язку апаратних і програмних ресурсів. Управління ресурсами може також використовуватися, щоб забезпечити користувачів потрібною кількістю ресурсів. Наявний рівень обслуговування, що містить інфраструктуру

як службу (IaaS), платформу як службу (PaaS) і програмне забезпечення як службу (SaaS), де відповідно служба надає інший рівень відповідальності постачальника послуг. Провайдер може диференціювати програмний продукт, залежно від того, які функції вимагають користувачі. Останнім компонентом є прикладний рівень, що фактично виступає користувацьким додатком в електронному навчанні. Ключові відмінності між компонентами електронного навчання та хмари знаходяться на прикладному рівні. Особливості цього компоненту полягають у виробництві контенту, доставки контенту, цілей освіти, компонентів управління та оцінок [189].

Дослідивши можливості для поліпшення постачання ресурсів і досвіду навчання у масових освітніх он-лайн курсах (MOOC), а також потенційні переваги використання хмарних обчислень, Sun G., Cui T., Yong J., Shen J., Chen S. створили систему на базі хмари, яка підтримує віртуальне середовище для того, щоб як учні, так і викладачі працювали через мобільні пристрої. Дана система складається з декількох програм, які постачаються як сервіс (SaaS) і трьох функціональних веб-служб. Всі послуги та програми у середовищі функціонують узгоджено і розгортаються у хмарній інфраструктурі для постачання обчислювальних потужностей, дискового простору для зберігання даних, щоб запропонувати учням універсальний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та можливість роботи у системі з полегшеними операційними, програмними та апаратними вимогами [203].

При проектуванні адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі педагогічної освіти доцільно використовувати комп'ютерно орієнтовані системи і платформи, що мають низку переваг, апробовані в різних освітніх і соціокультурних середовищах і нині широко застосовуються у світовому освітньому просторі: адаптивні платформи навчального призначення (англ. Curriculum Platforms: Alta, Cerego, Fishtree, Fulcrum Labs, LearnSmart, RedBird Advanced Learning, Socrative); адаптивні системи управління навчанням (LMS), створення навчальних курсів (Knewton, Neo LMS, Open Learning Initiative (OLI)); системи адаптивного тестування (Smart Sparrow, Typeform, Quizalize); адаптивні платформи навчання дорослих (Elevate) та інші.

Таким чином, з огляду на результати вітчизняних і зарубіжних досліджень, доцільно віднести до складу засобів і сервісів формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі педагогічної освіти як компоненти корпоративних інформаційних систем (електронні бібліотеки, бази і сховища даних, системи адаптивного управління контентом, хмаро орієнтовані офісні програмні додатки, спеціалізоване програмне забезпечення навчального та наукового призначення, сервіси комунікації та інші), так і сервіси загальнодоступних інформаційних систем (науково-освітніх інформаційних мереж та інфраструктур, хмарні освітні, наукові сервіси).

До складу засобів і сервісів формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі педагогічної освіти доцільно віднести хмарні сервіси відкритої науки, зокрема, сервіси європейських дослідницьких інфраструктур; науково-освітніх мереж; хмарні сервіси збирання, подання і опрацювання даних; а також сервіси Європейської хмари відкритої науки.

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 опрацьовувати з будь-якого пристрою, обмінюватись результатами зі своїми колегами. При цьому буде вирішено ряд можливих проблем, що зазвичай пов'язані із 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.

Альтернативою у використанні традиційних табличних процесорів [73] можна розглянути хмарний сервіс Power BI як інструменту Office 365. Проте, як показують дослідження американських вчених [160] Power BI можна застосовувати і в поєднанні з іншими хмарними платформами, наприклад з Microsoft Azure. Крім того, групою вчених Д. Д. Куа (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.

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

- 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;
- обробка та аналіз даних із 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 у межах однієї робочої області).

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

- 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. Робота в Power BI полягає у створенні робочої області користувача або декількох робочих областей. При цьому для усіх груп Office 365 автоматично буде створена окрема робоча область.

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:

- 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.

Програмний продукт Power BI Services входить до складу корпоративної хмари Office 365. При цьому [18]:

- 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;
- увімкнене шифрування інтернет-трафіку.

Оскільки Power BI Services є одним із сервісів Office 365, тому надавати доступ до звіту значно простіше:

-
- з використанням загальнодоступного посилання (обмежується однією 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).

Одним із видів ліцензування Power BI Services є Premium, серед переваг якого можна зазначити:

- 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 із суттєвих переваг можна вважати додаткову кількість ліцензій, що можна призначити не лише користувачам приватної хмари.

Доцільним є запровадження хмарного сервісу CoCalc до процесу навчання вчителів математики та інформатики, що потребує врахування певних особливостей формування змісту низки математичних та інформатичних дисциплін, інших підходів до розв'язання класичних завдань. Диференціювати завдання допоможе включення до освітнього процесу більшої кількості засобів, які представлені у хмарному середовищі: Chatroom, LaTeXDocument, ManageaCourse, TaskList, а не лише найбільш поширеного ресурсу — робочого аркушу.

Строго кажучи, Sage — консольна програма. І всі розрахунки цілком можна робити в консолі. Інше питання, що це незручно, і тому були створені Sage Notebook і CoCalc. Історично першим з'явився Sage Notebook. Це графічна оболонка із трохи застарілим, але зручним інтерфейсом, яка більше підходить для роботи з Sage на локальному комп'ютері. Виконавши певні налаштування, можна зробити так, щоб працювати з Sage Notebook через мережу Інтернет. Існують сайти, що надають доступ до Sage Notebook, проте на них використовується стара версія Sage. Для роботи з Sage онлайн рекомендовано використання CoCalc.

Ідея створення CoCalc належить професору математики університету Вашингтона Вільяму Стейну. Більшість серверів розташовано в США на території університету Вашингтона. Є кілька серверів у Європі. На серверах встановлена операційна система Ubuntu 14.04.1 LTS (Trusty) з ядром web-CKM Sage. Також використовується Google App Engine.

Принцип роботи в CoCalc побудовано на створенні індивідуальних або групових проєктів, наповненні їх навчальними ресурсами та роботі з

окремими ресурсами чи групою ресурсів одночасно. Також у системі передбачено збереження дій користувачів, що відображається в хронологічному порядку. Можлива функція відображення історії роботи з окремим навчальним ресурсом (чи проектом) як певного користувача, так і групи користувачів. Внесення певних змін до кожного проекту призводить до резервного копіювання структури самого проекту. Усі копії зберігаються в хронологічному порядку із зазначенням автора змін.

Враховуючи вищезазначені переваги хмарних сервісів у навчанні математичних дисциплін, а також перспективи впровадження у навчальний процес хмарного сервісу CoCalc, що є вільнопоширеною, на відміну від більшості різновидів математичного програмного забезпечення інших виробників, і в той же час досить потужною, щоб забезпечувати досягнення цілей навчального процесу, застосування цієї системи є доцільним у складі адаптивних хмаро орієнтованих систем навчання і професійного розвитку вчителів.

3.2. АДАПТИВНІ ОСВІТНІ СЕРВІСИ (БАЗИ ДАНИХ, МОВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОСВІТНІ РОБОТИ) ПРОЄКТУ V4 + ACARDC

У 2018 році Інститут інформаційних технологій та навчальних засобів НАПН України став одним із партнерів міжнародного проекту, в якому важливу роль відіграє вивчення процесів відкритої освіти та науки, проєкт відбувається за підтримки Вишеградського фонду (Visegrad Fund, <https://www.visegradfund.org/>). Створений для цієї мети консорціум V4 + Academic Research, до складу якого входять представники шістьох навчальних закладів зі Словаччини, Угорщини, Чехії, Польщі та України має вирішити ряд питань, пов'язаних із пріоритетними напрямками застосування ІКТ для підтримування регіонального співробітництва в ЄС, зокрема: використання ІКТ пошуку партнерів для виконання програми Horizon 2020; цифрових платформ майбутнього; подолання мовних бар'єрів; вдосконалення навчання та розширення масштабів інформатизації освітнього процесу; дослідження та збереження наукової та культурної спадщини та інших. Важливою частиною проєкту є вивчення можливостей використання регіональної платформи для інтеграції та розгортання різних типів сервісів для навчання та досліджень, таких як навчальні роботи, сервіси опрацювання різних типів даних, зокрема текстів, та інших. Визначення складу та інтеграція різних сервісів опрацювання даних у межах зазначеної платформи є перспективою подальших досліджень у межах даного проєкту.

Основним результатом проєкту V4 + ACARDC стало створення складної системи ІТ-підтримки, що складається з мережної ІКТ інфраструктури,

навчального програмного забезпечення WPadV4 та методики створення навчальних пакетів, супутніх навчальних матеріалів та багатомовної підтримки.

Опрацювання знань та контекстно керованих таблиць даних виконується додатком бази даних WPadV4, автор С. Свєцький [29], [30], [34]. Оскільки це програмне забезпечення засноване на абстрагуванні метаданих та контенту, воно дозволяє користувачам обробляти будь-який вміст у структурі за замовчуванням. Таким чином, користувач може створювати таблиці знань для побудови навчальних текстів, матеріалу для лекцій та вправ.

З точки зору опрацювання людиною, подання знання відбувається за допомогою блоків метаданих та контенту, в які користувач може вставити свій текст або текст взагалі будь-який текст ASCII. Вчитель може вставляти будь-які навчальні матеріали чи текст безпосередньо у віртуальні таблиці знань за допомогою звичайної мови без необхідності використання інших машинних мов.

У цьому випадку за допомогою метаданих ідентифікують зміст, який складається у вигляді тексту, написаного вручну. Таблиці WPadV4 можуть бути використані для підтримування будь-яких видів діяльності, наприклад:

1. Проектування пакетів навчальних матеріалів.
2. Створення інформаційних таблиць або таблиць науково-технічних даних.
3. Формування таблиць пошуку.
4. Створення навігаційних таблиць.
5. Створення персональних таблиць для дозвілля, конспектів, організаційного призначення, особистих календарів тощо.
6. Таблиці організації самонавчання.
7. Таблиці підтримування електронного навчання.
8. Багатомовні таблиці (словники, фрази,...).
9. Таблиці управління файлами тощо.

Прикладне програмне забезпечення WPadV4 (розроблено Стефаном Свєцьким), було встановлене на віртуальних робочих столах з Windows 10 для десяти комп'ютерів дослідників та партнерів проєкту. Бета-версія WPadV4 є базовим рішенням для навчального робота / персональної системи організації. Це також можна використовувати на мобільному додатку (що містить модуль озвучування тексту) для Android. З моменту усвідомлення важливості віртуальних таблиць знань дослідження авторів були більш систематично зосереджені на побудові складної освітньої технології на основі знань, що складається з навчального програмного

забезпечення та онлайн / офлайн-інфраструктури, що містить сховища знань експертів, мовні та освітні пакети. Це додатково охоплює вирішення проблем віртуального подання знань та передачі файлів навчального контенту в межах діючої інфраструктури. Моделювання цих елементів у спільноті дослідників («спільнота інноваторів») пояснюється через проектування використання хмарного сервісу та віддаленого робочого столу.

Іншими словами, у межах проекту координації та підтримки V4 + ACARDC було створено комплексну IT-інфраструктуру для підтримки навчання та спільної експертної діяльності. Так, пілотна регіональна мережа V4 + з розробленою технологічною інфраструктурою (хмарні обчислення, віртуальні машини, офлайн-керування контентом WPadV4), програмним додатком WPadV4 (включаючи тестовий додаток Android) та піотною методикою (наприклад, створення навчальних пакетів) була створена у межах проекту. Відкрите навчальне та дослідницьке середовище моделюється та підтримується за допомогою цієї платформи.

Була розроблена складна пілотна система підтримки IT, яка містить, зокрема, такі елементи, як:

- а) спільна IKT-інфраструктура, яка дає змогу всім партнерам V4 + отримувати доступ та здійснювати спільну діяльність зі своїх персональних чи робочих комп'ютерів чи навчальних аудиторій (хмарні обчислення, віртуальні машини та система веб-сторінок);
- б) методика проектування та напівавтоматичного виготовлення навчальних пакетів, бібліотек, наукових сервісів, системи пошуку з використанням багатofункціонального програмного забезпечення WPadV4, яке було розвинуто в межах проекту;
- в) перші кроки щодо того, як забезпечити багатомовну підтримку IT на мовах V4 +, яка поєднана з англійською мовою — ця підтримка є важливою для написання наукових робіт, а також для розробки та спільної підготовки навчальних текстів V4 + для підтримки побудови академічних курсів англійською.

Результат, розроблений у проєкті 1:

Робочий простір VOX Cloud — спільний робочий простір для всіх партнерів, що був побудований на IBM VOX Cloud для зберігання та передачі документів, що поєднували комп'ютери дослідників. Іншими словами, всі події були задокументовані в області управління контентом спільного хмарного проєкту VOX та підкріплені конкретними звітами, що стосуються всіх робочих пакетів. Усі документи, створені партнерами, отримані в робочому просторі, підтримувалися в актуальному стані робочого простору VOX. Усі заходи щодо розповсюдження чи просування діяльності в архіві архівувалися і зберігалися у VOX. Наприклад, бібліотека, що місти-

ла чотири тисячі файлів, що охоплюють чотири гігабайти, структуровані відповідно до потреб управління проектом. Ця бібліотека була доступна для спільного використання всіма партнерами зі своїх комп'ютерів.

Результат, розроблений у проекті, 2:

Віртуальний робочий простір на базі віртуальної машини з Windows 10 — у вигляді віддаленого робочого столу. Це означає, що всі партнери мають однаковий комп'ютер (з доступом через пароль). Це було потрібно для розробки та тестування програмного забезпечення WPadV4 для виробництва програмних продуктів, наприклад, навчальних пакетів. На наступному скріншоті ілюструється спільний робочий стіл — ви можете побачити робочий стіл із піктограмами та результатом створення навчального пакету. Він був створений за допомогою WPadV4 за папки C: /SV/QSV/XXXXLP.htm, яка знаходилася на віддаленому комп'ютері. Таким чином, вони видимі для всіх партнерів і можуть бути використані, вставлені тощо.

Хмарні технології забезпечують ключові особливості навчального середовища, а саме: відкритість та гнучкість. Якщо завдання розвитку освітнього середовища будуть змінені, можливо адекватно змінити особливості добору інструментів та загальний склад і структуру, а також модернізувати методи його використання. Отже, структуру та склад можна узгодити із запланованими цілями розвитку та новими викликами, які можуть з'явитися в майбутньому.

Модель IaaS або PaaS полягає в наданні доступу до програмного забезпечення будь-якого виду, розгорнутого користувачем на хмарних серверах постачальника. Це відкриває шлях до розробки методів розгортання компонентів. Наприклад, навчальний компонент із програмним забезпеченням WPadV4 був розроблений та протестований на основі AWS (Amazon Web Services).

Основним результатом проекту V4 + ACARDC стало створення складної системи IT-підтримки, що складається з технологічної мережевої інфраструктури, навчального програмного забезпечення WPadV4 та методики щодо створення навчальних пакетів, супутніх навчальних матеріалів та багатомовної підтримки. Хмарна платформа була використана для стійкої інформаційної підтримки життєвого циклу проекту відповідно до спільно визначених цілей та інформаційно-технологічної інтеграції управління проектом. Платформа виявилася придатною для задоволення цих потреб та працювати над завданнями узгоджено та в інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі.

Принципи та пріоритети відкритої науки були дотримані завдяки використанню хмарної платформи навчання та досліджень для підтримки

процесів співпраці. Серед них було спілкування, пошук інформації, дослідження даних, обмін результатами та методами, управління контентом, оскільки всі необхідні матеріали, такі як інструктивні матеріали, статті, навчальні матеріали, колекції документів тощо, наразі підтримуються та доступні на платформі. Адаптивний контент підтримувався дослідницьким інструментом WPadV4, який використовувався для обробки доступних даних на базі стійкої моделі. Таким чином, усі дані, зібрані в ході дослідження, були обґрунтованими, доступними, сумісними та доступними для багаторазового використання для всіх партнерів. Це повинно було забезпечити відкритість та гнучкість процесів наукового співробітництва.

Питання вибору та інтеграції сервісів, вивчення різних їх компонентів, а також підтримки відкритої системи освіти та науки, поєднання інтелектуальних технологій та мережних служб представляє перспективу для подальших досліджень, які потребують ретельного вивчення.

3.3. МОБІЛЬНІ ІНТЕРНЕТ-ПРИСТРОЇ ЯК ЗАСІБ НАВЧАННЯ

Поняття про мобільний інтернет-пристрій

«Великий тлумачний словник сучасної української мови» визначає «мобільний» як «1. Здатний до швидкого пересування; рухливий. 2. Здатний швидко орієнтуватися в ситуації, знаходити потрібні форми діяльності» [20, с. 682]. «Рухливий» потрактовано як «1. Який перебуває у русі. // Здатний до руху. // Який рухається завдяки свої будові (про пристрій, механізм і т. ін.). 2. Повний життєвої сили, енергії, зі швидкими, легкими рухами; жвавий. // Який легко переходить у рух (про частини тіла). // Який часто змінює свій вираз (про обличчя). // Діяльнісний, енергійний (про характер, склад розуму). 3. Який розвивається, змінюється» [20, с. 1280].

Відповідно до словника, мобільність пристроїв забезпечується обмеженими здатностями:

- а) до перебування у русі (пристрій не рухається самостійно, а переноситься людиною);
- б) до розвитку та зміни (змінюється лише програмне забезпечення, а апаратне залишається незмінним).

За визначенням ЮНЕСКО, мобільний пристрій є цифровим, він легко переноситься, як правило, належить і контролюється індивідом, а не установою, може отримати доступ до Інтернет, має мультимедійні можливості, і може сприяти виконанню великої кількості завдань, зокрема, пов'язаних із комунікацією [214, с. 6].

Найчастіше мобільність інтернет-пристрою пов'язується із здатністю людини до його переміщення у просторі без втрати доступу до послуг Інтернет. В. Ю. Биков наголошує, що сам мобільний пристрій, «як фізичний об'єкт неживої природи, звісно, не є і не може бути мобільним. Мобільним може бути лише Інтернет-користувач», оснащений ним [5, с. 23].

Автори [80] під мобільністю апаратних засобів розуміють можливість їх руху в просторі за умови, що отримувані від такого руху переваги вище, ніж затрати на його забезпечення. При орієнтації на результат руху апаратний засіб вважається мобільним, якщо одноразові витрати на його перенесення перебиваються перевагами його постійного використання у новому місці (такий підхід до визначення мобільності апаратних засобів відповідає географічній мобільності). При орієнтації на процес руху апаратний засіб вважається мобільним, якщо витрати на його рух перебиваються перевагами від його використання у процесі руху.

Саме процесний підхід до визначення мобільності апаратних засобів сьогодні є найбільш поширеним, тому автори [86] наводять характеристику апаратної мобільності як співвідношення часу використання пристрою у процесі руху до часу руху. Даний показник буде вище для апаратного засобу, який легко переноситься (можна частіше використовувати під час руху, ніж між рухами), споживає мало енергії (можна довше використовувати під час руху) та є ергономічним (можна легше використовувати від час руху).

Уперше клас мобільних інтернет-пристроїв (Mobile Internet devices — MID) був представлений у 2007 році в статті Д. Чінга (David Chieng) [132]. Основними вимогами до таких пристроїв автор визначає відносно великий екран, пристойний термін роботи від акумулятора та можливість під'єднання до Інтернет. Більш конкретні вимоги до мобільних інтернет-пристроїв визначають фахівці Intel, які навесні 2007 року розмежували MID та UMPC (Ultra-mobile personal computer — ультрамобільний ПК) за призначенням: MID позиціонується як комунікаційно-розважальний пристрій, а UMPC — як пристрій для роботи та освіти [132, с. 107]. Починаючи з 2007 року, Intel оприлюднює власні специфікації для MID, незмінним у яких залишається підтримка бездротових мереж та наявність процесору сімейства Atom з інтегрованою графічною підсистемою.

Сьогодні межа між MID та UMPC (який у 2006 році також був уведений як спільна для Intel та Microsoft специфікація) відсутня, тому що мобільні інтернет-пристрої розглядаються як мультимедійні мобільні пристрої, що надають бездротовий доступ до Інтернет та можуть бути використані для доступу до інформаційних та розважальних послуг (у тому числі тих, що базуються на геопозиціонуванні) для особистого та

службового використання. Починаючи з 2012 року, термін «мобільний інтернет-пристрій» використовується для позначення широкого спектру пристроїв — від смартфонів до планшетних комп'ютерів, що суттєво різняться за розміром екрану та роздільною здатністю.

Надалі під мобільним інтернет-пристроєм будемо розуміти мультимедійний мобільний пристрій, що надає бездротовий доступ до інформаційно-комунікаційних Інтернет-послуг зі збирання, систематизації, зберігання, опрацювання, передавання, подання всеможливих повідомлень і даних.

Згідно даного визначення, класифікацію мобільних інтернет-пристроїв будемо проводити за критеріями надання користувачу можливостей:

- бездротового доступу до послуг Інтернет (підтримка мобільного та бездротового доступу);
- мультимедійного подання відомостей (роздільна здатність екрану, підтримка звуку та відео);
- опрацювання даних (операційна система, прикладне програмне забезпечення);
- зберігання даних (обсяг убудованої енергонезалежної пам'яті);
- передавання даних (комунікаційні засоби, засоби геопозиціонування);
- збирання та систематизації даних (обсяг оперативної пам'яті, засоби уведення та виведення);
- мобільності пристрою (вага, розміри, час автономної роботи).

Мобільний доступ до Інтернет забезпечується за допомогою мобільного зв'язку — електров'язку із застосуванням радіотехнологій, під час якого кінцеве обладнання хоча б одного із споживачів може вільно переміщатися в межах усіх пунктів закінчення телекомунікаційної мережі, зберігаючи єдиний унікальний ідентифікаційний номер мобільної станції [78]. Закон України «Про телекомунікації» аналогічно визначає поняття бездротового доступу до телекомунікаційної мережі (бездротового доступу, який надалі називатимемо бездротовим). Сучасні мобільні інтернет-пристрої, як правило, підтримують стандарти швидкісного передавання даних 3G (UMTS, CDMA2000, HSPA, HSPA+, LTE, Mobile WiMAX) та 4G (LTE Advanced, WiMAX), проте користування послугою швидкісного Інтернет-доступу можливо лише за умови надання її оператором мобільного зв'язку. Альтернативним є користування стандартами 2G (GSM, HSCSD GPRS, EDGE/EGPRS), що характеризуються низькими витратами на доступ до Інтернет середньої та низької швидкості.

Це надає можливість класифікувати мобільні інтернет-пристрої за швидкістю мобільного доступу: низькошвидкісний мобільний доступ (стандарти 2G), високошвидкісний мобільний доступ (стандарти 3G), бездротовий Wi-Fi-доступ (стандарти IEEE 802.11).

Мультимедійне подання відомостей засобами аудіо та відео підтримують усі сучасні мобільні інтернет-пристрої, тому класифікацію доцільно проводити за роздільною здатністю екрану: низькою (VGA — 640x480 та менше), середньою (більше, ніж VGA, але менше, ніж HD 720 — 1280x720), високою (більше, ніж HD 720).

Засоби опрацювання даних визначаються, у першу чергу, операційною системою мобільного інтернет-пристрою, які можна класифікувати за використовуваним ядром: Linux (Android, SHR тощо), XNU (iOS), QNX (BlackBerry 10), Windows (Windows 10 Mobile). Вибір операційної системи у більшості випадків визначає доступ до репозитарію прикладного програмного забезпечення або платформи цифрової дистрибуції. Найбільший вибір прикладного програмного забезпечення надають Google Play (більше 1,5 млн. програм на вересень 2014 року) та Amazon Appstore (більше 330 тис. програм на березень 2015 року) для операційної системи Android, App Store для iOS (більше 1,4 млн. програм на січень 2015 року), Windows Store (більш ніж 660 тис. програм на вересень 2015 року) для Windows 10 Mobile, BlackBerry World для BlackBerry 10 (більш ніж 260 тис. програм на січень 2016 року).

Незважаючи на те, що більшість мобільних інтернет-пристроїв підтримують можливість зберігання даних на картах пам'яті, обсяг убудованої енергонезалежної пам'яті є важливою характеристикою пристрою: ряд мобільних операційних систем не надають можливість зберігання програмного забезпечення на картах пам'яті.

Для передавання даних у мобільних інтернет-пристроях найчастіше використовуються канали мобільного та бездротового Інтернет-зв'язку. Крім них, можливе використання локальних каналів передавання даних: радіо (Bluetooth) та оптичних у видимому (Li-Fi) та інфрачервоному (IrDA) спектрах. Якщо вибір даних для передавання залежить від місцезнаходження мобільного інтернет-пристрою, необхідними є засоби геопозиціонування. До традиційних засобів визначення місцезнаходження мобільного інтернет-пристрою відносяться: використання засобів мобільної мережі, використання апаратних засобів доступу до систем супутникової навігації, використання засобів Wi-Fi-позиціонування.

Для збирання та систематизації даних важливими показниками є обсяг оперативної пам'яті та наявні засоби введення та виведення. Сучасні мобільні інтернет-пристрої мають достатній обсяг оперативної пам'яті для комфортної роботи з даними. Комбінованим засобом введення та виведення є сенсорні екрани, класифікацію яких доцільно проводити за використаною технологією сенсорного екрану: резистивний екран (характеризується більш значним зусиллям при натисканні та відсутністю багатопальцевого натискання) та ємнісний екран (характеризується незначним зусиллям при натисканні та можливістю багатопальцевого введення). Також засобами введення є мікрофон та камера; до засобів виведення відносяться гучномовець та навушники (за наявності). Додаткові засоби введення та виведення підключаються до мобільного інтернет-пристрою за допомогою дротових (насамперед USB) та бездротових (насамперед Bluetooth та Wi-Fi) інтерфейсів.

Мобільність пристрою залежить від його ваги, габаритів та часу автономної роботи. За ступенем мобільності доцільно розділити пристрої на високомобільні, середньомобільні та низькомобільні. Характеристикою високомобільних інтернет-пристроїв є мала вага (до 250 грам) та значний час автономної роботи (до декількох діб). До таких пристроїв належать, насамперед, смартфони з діагоналлю екрану до 5,5 дюймів — збільшення розміру екрану призводить до збільшення ваги так само, як і збільшення часу автономної роботи (за рахунок збільшення ваги акумулятора). До середньомобільних інтернет-пристроїв (таких, що потребують незначних зусиль при переміщенні) відносяться пристрої різної ваги середніх габаритів (із діагоналлю екрану до 10 дюймів) — наприклад, планшетні комп'ютери (Tablet PC) з часом автономної роботи до 10 годин. Низькомобільні інтернет-пристрої потребують більш значних зусиль для переміщення у зв'язку із великою вагою або незручністю перенесення без додаткового обладнання як то кофри, чохли тощо. До низькомобільних інтернет-пристроїв відносяться, зокрема, планшетні комп'ютери з клавіатурою та діагоналлю від 10 дюймів.

Найбільша різниця між пристроями з різним ступенем мобільності — за вагою (до 17 разів) та за площею екрану (до 12 разів). На думку В.Ю. Бикова, перспективним шляхом нівелювання різниці в оснащенні різних мобільних інтернет-пристроїв є розвиток хмарної інфраструктури: «у найближчій перспективі вага і вартість МІП [мобільних інтернет-пристроїв] мають бути суттєво знижені без втрати, навіть підвищення функціональності МІП щодо забезпечення ефективної ІК-діяльності користувачів» [5, с. 28].

Таблиця 3.1

Характеристика деяких поширених в Україні мобільних Інтернет-пристроїв

Характеристика	Samsung Galaxy Core Prime	Lenovo TAB 2 A7-30F	Asus X553MA
Швидкість мобільного доступу	низькошвидкісний (GSM), високошвидкісний (UMTS), бездротовий (802.11 b/g/n)	бездротовий (802.11 b/g/n)	бездротовий (802.11 b/g/n)
Роздільна здатність екрану	середня (WVGA — 480x800)	середня (1024x600)	висока (WXGA HD — 1366x768)
Операційна система	Android	Android	Windows
Обсяг убудованої енергонезалежної пам'яті	8 Гб	16 Гб	500 Гб
Локальні канали передавання даних	Bluetooth v4.0	Bluetooth v4.0	Bluetooth v4.0
Засоби геопозиціонування	GPS, ГЛО-НАСС, Beidou	GPS	—
Обсяг оперативної пам'яті	1 Гб	1 Гб	2 Гб
Технологія сенсорного екрану	ємнісний	ємнісний	—
Вага	130 г	269 г	2200 г
Діагональ екрану	4,5 дюйми	7 дюймів	15,6 дюймів
Час автономної роботи у мережі Інтернет	до 9 годин	до 6 годин	до 10 годин
Ступінь мобільності	високомобільний	середньомобільний	низькомобільний

Характеризуючи мобільні інтернет-пристрої, В.Ю. Биков вводить поняття загального простору Інтернет-діяльності користувача, виділяючи у ньому підпростір Інтернет-доступності користувача (Інтернет-простір користувача), перебуваючи або переміщаючись з одного в інше місце в межах якого Інтернет-користувач може за певних умов (зокрема, використовуючи засіб Інтернет-доступу за наявності покриття простору

Інтернет-сигналом) здійснювати інформаційно-комунікаційну діяльність [5, с. 14].

Простір Інтернет-доступності автор характеризує у термінах щільності (зокрема, оснащеності мобільними інтернет-пристроями) та різноманітності (зокрема, за ступенем мобільності пристроїв) [5, с. 16-18].

Дослідник пропонує класифікувати засоби Інтернет-доступу за готовністю до Інтернет-застосування, за форм-фактором конструктивного виконання, за придатністю до переміщення тощо. Так, за ступенем придатності (пристосованості) засобів Інтернет-доступу до переміщення В.Ю. Биков поділяє їх на переносні (мобільні), пересувні та стаціонарні [5, с. 21-22]:

- переносний засіб Інтернет-доступу — пристрій індивідуального використання, форм-фактор якого (передусім, вимоги щодо масогабаритних та енергетичних параметрів пристрою) передбачає можливість для Інтернет-користувача переносити і використовувати такий пристрій у процесі здійснення власної ІК-діяльності;
- пересувний засіб Інтернет-доступу — пристрій як індивідуального, так і колективного використання, форм-фактор якого передбачає пристосованість такого пристрою до переміщення, у тому числі в простір Інтернет-доступності. Такі засоби можуть потребувати для свого переміщення транспортних засобів (звичайних або спеціальних), а для придатності використання — також спеціальних засобів фіксації робочого положення. Це пристрої, що, окрім іншого, обов'язково має у своєму складі вхідні Інтернет-порти та інші комп'ютерні компоненти для опрацювання електронних даних;
- стаціонарний засіб Інтернет-доступу — пристрій як індивідуального, так і колективного використання, форм-фактор якого передбачає, що такий пристрій не змінює свого географічного розташування протягом тривалого часу і не пристосований до переміщення, у тому числі в простір Інтернет-доступності. Для забезпечення придатності використання такі засоби можуть потребувати спеціальних засобів фіксації робочого положення. Вони розміщуються як у різних за призначенням приміщеннях, так і поза ними (встановлюється за допомогою спеціальних постаментів на вулицях, площах, на зовнішніх і внутрішніх стінах будинків та ін.). Як і у випадку пересувних засобів Інтернет-доступу, стаціонарні обов'язково мають у своєму складі вхідні Інтернет-порти та інші комп'ютерні компоненти для опрацювання електронних даних.

При використанні мобільних інтернет-пристроїв забезпечення необхідної насиченості простору Інтернет-доступності досягається лише за умови 100 % оснащеності користувачів ними — такий простір В.Ю. Биков називає мобільним. Мобільність простору одночасно визначається як рівнем Інтернет-доступності середовища (характеристиками техніко-технологічних умов забезпечення Інтернет-доступності простору — насиченості, складовими якої є щільність та різноманітність, і неперервності, складовими якої є територіальне і часове покриття Інтернет-сигналом), так і відповідними ІКТ-компетентностями Інтернет-користувача, що відображаються його характеристиками (властивостями). До останніх «варто, передусім, віднести таку особистісну характеристику Інтернет-користувача, як його навченість щодо ефективного використання ЗІД [засобів Інтернет-доступу] та Інтернет-технологій для здійснення ІК-діяльності в Інтернет-просторі (визначається сукупністю відповідних ІКТ-компетентностей користувача)» [5, с. 28] — мобільність Інтернет-користувача (мобільність користувача в просторі Інтернет-доступності).

Мобільний Інтернет-користувач на основі опанованих знань, умінь і навичок в ІКТ-сфері, сформованих відповідних ІКТ-компетентностей здійснює інформаційно-комунікаційну діяльність за допомогою засобів і технологій оточуючого його мобільно орієнтованого середовища — частини мобільного простору, комп'ютерно орієнтованого (комп'ютерно інтегрованого, персоналізованого) відкритого середовища діяльності (освітньої, навчальної, управлінської та ін.) Інтернет-користувача, у якому створені необхідні і достатні умови для забезпечення його мобільності [5, с. 30]. Слід зазначити, що високий рівень мобільності Інтернет-користувача може бути досягнутий і без використання мобільних інтернет-пристроїв (за умови насичення простору пересувними та стаціонарними інтернет-пристроями).

Можливості використання мобільних Інтернет-пристроїв у навчанні

За висновком ЮНЕСКО, застосування мобільних технологій надає можливість суттєвого розширення та покращення можливостей для навчання, зокрема, у закладах вищої освіти [214, с. 5]. Так, за допомогою мобільних пристроїв ті, хто навчаються, можуть отримувати доступ до освітніх ресурсів, зв'язуватися з іншими або створювати пов'язані з навчанням матеріали як у навчальній аудиторії, так і за її межами. ЮНЕСКО розроблені рекомендації з використання мобільних технологій для організації навчального процесу незалежно від місця та часу, у яких визначено 13 основних переваг використання мобільних інтернет-пристроїв у навчанні [214, с. 10-26].

I. Забезпечення рівного доступу до освіти. У наші дні мобільні технології повсюдно використовуються навіть там, де не вистачає закладів освіти, книжок і комп'ютерів через зниження витрат на мобільний зв'язок. Зростаюче число проєктів свідчить про те, що мобільні технології є гарним засобом навчання для осіб, позбавлених можливості отримати якісну освіту.

Яскравим прикладом використання мобільних пристроїв у навчанні в Колумбії є проєкт BlueGénesis [129], розпочатий у 2006 році та спрямований на студентів, із мобільних пристроїв яких утруднений або неможливий доступ до Інтернет. У якості альтернативи пропонується використання Bluetooth із авторським програмним забезпеченням, що надає студентам та викладачам можливості обліку відвідуваності, онлайн-оцінювання, педагогічного спостереження, програмування та ведення журналу подій, консультаційних зауважень, призначення завдань для індивідуальної та групової роботи, проведення голосувань та опитувань, оцінювання якості роботи викладачів, адміністрації та персоналу, ведення навчального календарю, підтримки аудиторних проєктів, оцінювання конференцій та виставок, поширення лекцій в аудіоформаті, масового розсилання відомостей, підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання випускників ЗВО.

На відміну від BlueGénesis, проєкт Aprendizaje Móvil [129], розпочатий у 2010 році, зосереджується саме на використанні мобільних інтернет-пристроїв студентами першого курсу для доступу до навчальних ресурсів, представлених на різних платформах: на навчальному порталі Red.UNID, у віртуальному навчальному середовищі Moodle, комунікаційній системі Live@Edu, соціальних мережах Facebook та Twitter, системі управління навчальним закладом Banner, університетському каналі на iTunes та ін.

Ці проєкти поліпшують ситуацію з точки зору рівності прав на отримання освіти за рахунок використання нових методів навчання і розширення можливостей у цій сфері. Завдяки використанню унікальних переваг мобільних пристроїв, ці проєкти не підміняють, а, скоріше, доповнюють існуючі освітні ресурси (підручники, інфраструктуру, обладнання, засоби підготовки та інформаційне забезпечення).

II. Персоналізація навчання. Мобільні пристрої, як правило, належать їхнім відповідним власникам, знаходяться у їхньому розпорядженні протягом усього дня і мають безліч функцій для налаштування. Саме тому мобільні технології забезпечують ширші можливості для персоналізації в порівнянні зі стаціонарними технологіями і технологіями обміну інформацією.

Залежно від навичок і знань користувача програмні засоби мобільних інтернет-пристроїв надають можливість вибирати складніші або простіші завдання. Такий підхід дозволяє усунути обмеження, з якими стикаються студенти, що мають більш високий або, навпаки, більш низький рівень знань у порівнянні з рештою групи. Хоча ці можливості були реалізовані на персональних комп'ютерах вже кілька років тому, їх використання мало серйозні обмеження: студенти не мали можливості вільно приносити персональні комп'ютери в навчальний заклад, багато хто навіть не міг дозволити собі придбати подібний пристрій, у зв'язку з чим комп'ютери, доступні в комп'ютерних класах, не були по-справжньому персоналізовані.

У зв'язку з тим, що мобільні пристрої збирають та зберігають дані про користувача, мобільні інтернет-пристрої є більш придатними для персоналізованого навчання, ніж традиційні засоби ІКТ. Наприклад, якщо студент краще сприймає візуальні дані і цікавиться картами, то історичні дані можуть бути поданими на інтерактивному атласі, керованому за допомогою сенсорного інтерфейсу. Студенту з іншою провідною модальністю можна надати аналогічні відомості в іншому вигляді, наприклад у вигляді шкали часу із зазначеними на ній важливими подіями і посиланнями на відеоматеріали і першоджерела.

У цілому інтелектуальні мобільні інтернет-пристрої надають студентам більшу гнучкість у просуванні у власному темпі, керуючись особистими інтересами, що потенційно підвищує їх мотивацію до навчання.

Автори [157] стверджують, що персоналізація може бути досягнута за допомогою двох адаптивних підходів:

1. навчальні послуги можуть бути адаптовані до характеристик студентів, таких як стилі навчання, вимоги, стан, продуктивність, уподобання та профілі (наприклад, через доставляння мультимедійних матеріалів для студентів-візуалів або надання покрокових інструкцій для студентів, які зазнають труднощів при розв'язанні конкретних навчальних задач);
2. навчальні послуги можуть бути чутливими до умов середовища (контексту), в якому знаходиться студент (наприклад, раціонально надавати навчальні матеріали з ботаніки студенту під час його знаходження у ботанічному саду, а не тоді, коли він перебуває у мистецькій галереї) [157, с. 164].

Авторами [157] запропоновано архітектуру адаптивного мобільного навчального середовища на основі системи Moodle, яке пропонує багато послуг для навчання студентів у будь-який час і в будь-якому місці, використовуючи переваги мобільного навчання.

III. Миттєвий зворотній зв'язок і оцінка результатів навчання. На прикладі декількох проєктів було доведено, що мобільні технології прискорюють процес оцінки результатів навчання та дають студентам і викладачам можливість швидше відстежувати досягнуті успіхи. Раніше студентам доводилося днями або навіть тижнями чекати рекомендацій, заснованих на оцінці їх знань. Тепер же, завдяки інтерактивним функціям мобільних пристроїв, відповідь може бути отримана практично миттєво. Це дає студентам можливість оперативно виявляти проблеми в навчанні і повторювати ключові поняття. Деякі математичні засоби, що доступні для смартфонів, покроково демонструють порядок розв'язання завдань, із якими не впорався студент. Прикладом такого засобу є Wolfram | Alpha. Як зазначає С.В. Бас, основними перевагами сервісу Wolfram | Alpha є мобільність доступу, швидкість перевірки та повнота відповідей, наявність покрокового розв'язання та можливість здійснення пошуку необхідних навчальних відомостей [2, с. 92].

Використання мобільних технологій підвищує ефективність роботи викладачів завдяки автоматизації процесів розподілу, збору, аналізу та документуванню даних про оцінки. Так, є мобільні програмні засоби, яких завдяки яким викладачі можуть швидко оцінювати знання студентів за допомогою коротких опитувань про засвоєний матеріал.

Одним із мобільних засобів реалізації миттєвого зворотного зв'язку є відповідні навчальні системи (Student Response System), такі як ExitTicket. ExitTicket може бути використана для проведення бліц-опитувань наприкінці занять (у форматі «exit ticket»). ExitTicket схожа на інші системи голосування/опитування, але унікальна тим, що кожен студент має свій власний обліковий запис, а їх успішність відстежується з усіх дисциплін протягом усього часу навчання.

ExitTicket надає можливість відстежувати показники процесу оволодіння навчальною дисципліною для кожного студента та групи у цілому й диференціювати процес навчання. ExitTicket підтримує концепцію B.Y.O.D. (Bring Your Own Device — «принеси власний пристрій»).

Мобільні системи миттєвого зворотного зв'язку за рахунок автоматизації процесу збору та опрацювання результатів оцінювання надають можливість викладачам більше часу приділяти безпосередній роботі зі студентами.

IV. Навчання в будь-який час і в будь-якому місці. Оскільки більшу частину часу мобільний пристрій знаходиться зі своїм власником, проводити навчання можна в будь-який час і в будь-якому місці. Мобільні навчальні програми надають користувачеві можливість вибору: він

може виконати вправу, яка потребує кількох хвилин, або повністю сконцентруватися на завданні протягом декількох годин. Завдяки подібній гнучкості для навчання можна використовувати велику перерву між заняттями або коротку поїздку в автобусі.

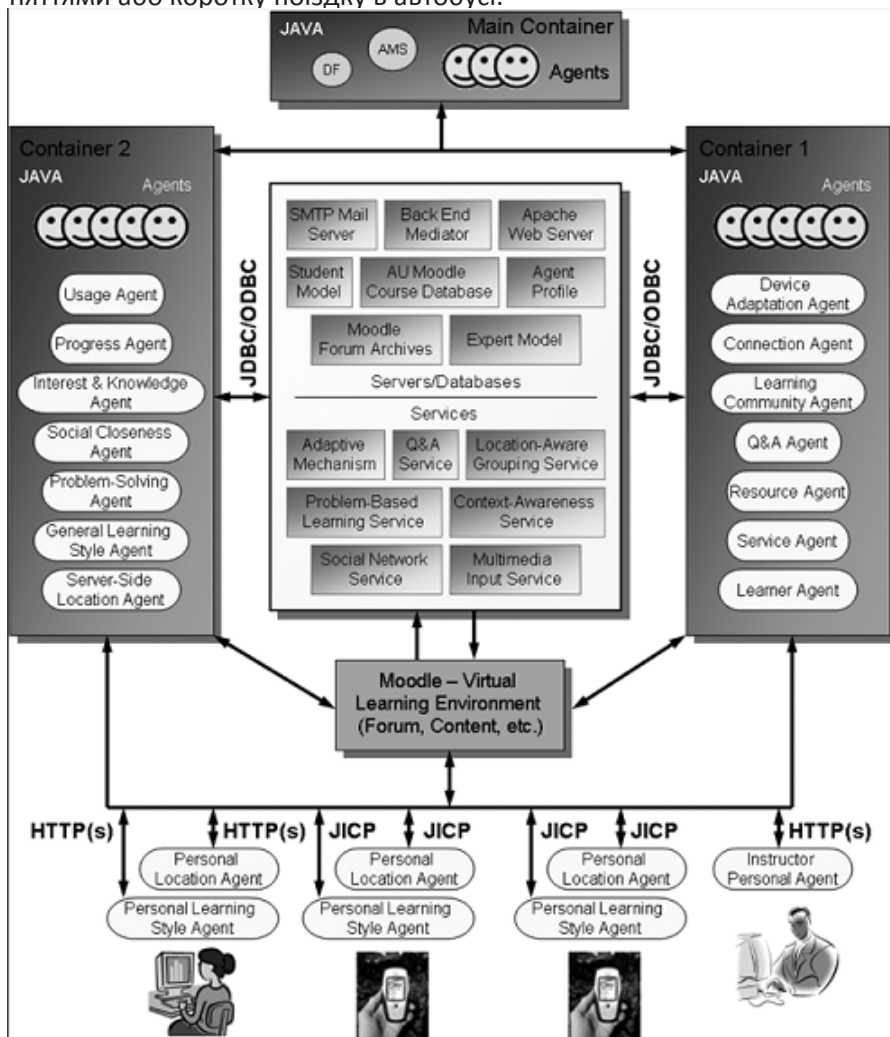


Рис. 3.1. Архітектура адаптивного мобільного навчального середовища на основі системи Moodle (за [157])

Мобільні пристрої також надають можливість відслідковувати процес засвоєння важливих відомостей. Принцип дії деяких програм заснований на тому, що засвоєний матеріал забувається з ча-

сом відповідно до певної логарифмічної залежності. Використовуючи ретельно вивірені закономірності, ці програми змушують студента повторювати новий матеріал оптимальну кількість разів відразу ж після вивчення і перед тим, як, відповідно до очікувань, ці відомості можуть бути забуті. Завдяки такому підходу нові відомості переміщуються із короткочасної пам'яті в довгострокову. Для ефективної роботи даних програм користувачі повинні носити пристрої з собою протягом дня. Мобільність у даному випадку — вирішальний фактор успішності навчання.

V. Ефективне використання часу в навчальних аудиторіях. Дослідження ЮНЕСКО показали, що за допомогою мобільних пристроїв викладачі можуть ефективніше використовувати час в навчальних аудиторіях. Якщо студенти використовують мобільні технології для вирішення завдань на пасивне або механічне запам'ятовування, наприклад, слухають лекції або освоюють новий матеріал вдома, у них вивільняється час для обговорення ідей, обміну власною інтерпретацією отриманих знань, спільної роботи і виконання лабораторних робіт. За такого підходу мобільне навчання не призводить до відчуження, а, навпаки, допомагає студентам виробляти навички ефективної спільної роботи.

Починаючи з 2000 року, в США впроваджується відповідна модель навчання *flipped classroom* («перевернутий клас»), сутність якої полягає в тому, щоб привернути студентів до реальної діяльності на заняттях, для чого змінюється зміст домашньої роботи і роботи на заняттях: студенти освоюють теоретичний матеріал не традиційно на заняттях в університеті, а вдома або в будь-якому іншому місці самостійно, а практичні завдання виконують в аудиторії з викладачем. Студентам пропонують прослуховувати лекції за межами ЗВО, як правило, на мобільних пристроях, які вони носять із собою всюди. За рахунок цього більше часу в аудиторії можна присвятити практичним та соціальним аспектам навчання. «Найпростіше визначення перевернутого класу — заходи, що раніше традиційно проходили в аудиторії, тепер проводяться поза її межами та навпаки» [211].

Приклад організації «перевернутого класу» у процесі підготовки фахівців із нанотехнологій наводить Р.М. Ідрус (Rozhan M. Idrus) [153]. Автор вказує, що студенти останнього року навчання є найбільш схильними до самостійної навчально-дослідницької діяльності у науково-дослідних лабораторіях та з передовими науковими журналами. Використовуючи засоби мобільного навчання (зокрема, WhatsApp), студентам направлялись для розгляду посилання на статті, що само-

стійно ними опрацьовувались з метою подальшого обговорення в аудиторії або з викладачем. WhatsApp також використовувався студентами з метою організації обговорення до початку заняття.

Дж. Тракслер та А. Кукульська-Х'юм (Agnes Kukulska-Hulme) вказують, що «перевернутий клас» — по суті, шкільне явище, — тим не менш, знайшов своє місце і у вищій освіті. «Перевернутий клас» — спроба систематичної оптимізації традиційного навчання через виведення якомога більше занять за межі аудиторії, в онлайн або додому. «Перевернутий клас» автори розглядають з боку перспективи зменшення витрат за умови зменшення часу взаємодії з викладачем та стверджують, що його узагальненням є контекстно чутливе мобільне навчання [211].

VI. Формування мобільних навчальних спільнот. Мобільні пристрої регулярно використовуються при створенні нових спільнот студентів. Південноафриканський проєкт Yoza Cellphone Stories (2009-2013 рр.) надавав молоді можливість читати і коментувати невеликі розповіді, використовуючи недорогі мобільні телефони. За даними проєкту, охоплення міської молоді мобільними інтернет-пристроями сягає 70 %, у той час як лише 7 % шкіл забезпечені бібліотеками [228]. Тому завдяки цьому проєкту фактично були сформовані співтовариства читачів у тих місцях, де не вистачало книг. Продовження даного проєкту — FunDza — спрямоване на зростання таких мобільних співтовариств, популяризацію читання та виховання молодих письменників.

Метою проєкту Pink Phone Revolution, що реалізувався у Камбоджі в 2010-2014 рр., було навчання жінок застосування мобільних технологій для обміну ідеями, інформацією та ресурсами у віртуальному просторі. Щоб допомагати людям в реальному житті, жінки звертались до досвіду своїх колег у віртуальному середовищі.

Найбільшого поширення формування навчальних спільнот дістало у масових відкритих дистанційних курсах (МООС). Ураховуючи велику та надвелику кількість учасників курсу, традиційне оцінювання їх навчальних досягнень викладачем є неможливими: замість нього створюється спільнота викладачів, їх помічників та студентів (ці ролі можуть змінюватися), що виконують взаємооцінювання, консультування тощо з використанням різноманітних методів, що надають можливість учасникам одного курсу ефективно взаємодіяти один з одним. Викладач відіграє важливу роль у забезпеченні взаємодії, обміну відомостями та ресурсами, участі у дискусії і сприяє зростанню знань студентів. В. М. Кухаренко вказує, що навчання на масових відкритих дистанційних курсах вимагає активної участі всіх суб'єктів

навчання — у великих курсах це часто призводить до формування підмереж студентів для вирішення окремих питань [43].

Такі платформи, як edX та Coursera, крім першокласних навчальних матеріалів, доступних набагато більшій кількості людей у порівнянні зі звичайними освітніми установами, надають студентам можливість створення спільнот взаємодопомоги у постановці і вирішенні завдань, роботі над спільними проектами, що сприяє широкій соціальній взаємодії як основи освітнього процесу. Прикладом масового відкритого дистанційного курсу, орієнтованого на роботу через мобільні інтернет-пристрої, є MobiMOOC [221].

У курсі MobiMOOC 2012 року розглядаються теоретичні основи мобільного навчання, планування навчальних проектів, засоби мобільного навчання, побудова мобільного навчального курсу, комбіноване та корпоративне мобільне навчання, мобільна активність та освіта, розвивальне мобільне навчання, мобільні ігри, здоров'язберезувальні мобільні технології, методика мобільного навчання. Основними результатами курсу його автор І.І. де Вард вважає такі [221, с. 9]:

- користувачі мобільних інтернет-пристроїв більш активні у навчальній взаємодії, ніж користувачі стаціонарних інтернет-пристроїв, та генерують більше повідомлень, що приводять до збільшення розуміння;
- для користувачів мобільних інтернет-пристроїв навчальна комунікація є більш значущою;
- у користувачів мобільних інтернет-пристроїв більш розвинені навички управління самостійною навчальною діяльністю (зокрема, тайм-менеджменту);
- застосування мобільних інтернет-пристроїв надає можливість створити зручне персональне навчальне середовище.

VII. Підтримка ситуаційного навчання. Мобільні пристрої надають можливість розширити межі традиційного (аудиторного) навчання шляхом перенесення його в мобільне навчальне середовище. Відштовхнувшись від ідеї аудіогіда в музеях, що розповідає відвідувачам про найцікавіші експонати або картини, розробники створили мобільні програмні засоби, призначені для вивчення різних дисциплін, як соціально-гуманітарних (історії), так і фундаментальних (хімії) та фахових. Такі засоби перетворюються на своєрідного екскурсовода, надаючи відомості про найважливіші об'єкти, їх композиції, конструкції та значення. Інші засоби використовуються при вивченні ботаніки, надаючи відомості про рослини у міру знайомства з ними у середовищі природного проживання. Мобільні інтернет-пристрої,

по суті, надають буквально значення вислову про те, що світ — це навчальний клас. У декількох проєктах, реалізованих у Північній Америці і Європі, мобільні пристрої використовувалися для занурення у доповнену реальність. Спираючись на дані геолокації, програми виявляли процеси і структури, що мають місце у фізичному світі, але невидимі неозброєним оком. Наприклад, за допомогою програмного забезпечення для планшетних комп'ютерів майбутні інженери могли «бачити», де розташовуються опори мостів при їх візуальному огляді під різними кутами.

М.Т. Рестів та іншими авторами [188] було розглянуто застосування технології доповненої реальності у навчанні розділу «Електрика» курсу фізики. Дослідники вказують, що, незважаючи на широке поширення дослідницького підходу до навчання, студенти не завжди в змозі виконати експеримент аудиторно через брак часу, матеріалів тощо. Перенесення експериментальної роботи на самостійне опрацювання у вільний час несе додаткові ризики, особливо при роботі з небезпечними матеріалами. Використання нових технологій надає новий безпечний спосіб виконання експериментів як під керівництвом викладача, так й самостійно. Онлайн-експерименти (через дистанційну та віртуальну роботу за допомогою засобів віртуальної та доповненої реальності, сенсорних пристроїв, інтерактивного відео, навчальних ігор тощо), які сприяють зануренню користувачів у віртуальні середовища, що відтворюють реальний досвід, спрямовані на досягнення двох основних цілей: 1) надати студентам можливість спостерігати і описувати роботу реальних систем при зміні їх параметрів; 2) звільнити від залежності від матеріальних ресурсів та експериментальних установок, що вимагають тривалого налаштування для підтримки традиційних експериментів.

Реальні системи високої складності та/або високої вартості, які традиційно були доступні лише фахівцям, можуть бути відтворені з високим ступенем реалізму у віртуальному світі та стати доступними для усіх в якості тренажерів для початкової підготовки до роботи із реальними системами. Надання тренажерам інтерфейсів віртуальної або доповненої реальності сприяє покращенню професійної підготовки через можливість опанування більшої кількості систем та ситуацій, що можуть бути небезпечними. Такі тренажери можуть забезпечити додаткове відчуття присутності й занурення, що мають велике значення для професійної підготовки.

Концепція віртуальної реальності розвивається з 1960-х рр. [204] і вважається дуже перспективним, потужним і корисним інструмен-

том, особливо в інженерії. Доповнена реальність замість того, щоб «переносити» користувача у віртуальне середовище, як це робить віртуальна реальність, поєднує віртуальні елементи з реальним світом: до реального оточення користувача додаються віртуальні об'єкти, що змінюються унаслідок його дій. Це вимагає створення віртуальних інструментів або компонентів, керованих користувачем, для виконання певних дій, проведення експерименту тощо.

П. Мілгрем (Paul Milgram) та Ф. Кішіно (Fumio Kishino) [171] описують простір між реальним та віртуальним світом (називаючи його комбінованою реальністю), у якому доповнена реальність є більш близькою до реального (немодельованого) світу, а доповнена віртуальність — до віртуального (повністю модельованого) світу.

Т. Різов (Tashko Rizov), Є. Різова (Elena Rizova) [190], розглядаючи використання доповненої реальності для навчання інженерної графіки, вводять поняття «підготовленої» та «непідготовленої» сцени. Якщо програмний засіб доповненої реальності планується використати в «непідготовленій» сцені (як правило, поза межами аудиторії), для визначення і відстеження її стану необхідні додаткові апаратні засоби, такі як гіроскопи, GPS-приймачі, компас та ін. Для аудиторного застосування доцільно «підготувати» сцену — у цьому випадку визначення положення і відстеження здійснюється за допомогою відповідних надійних чорно-білих маркерів характерної форми (квадрат або коло; це конкретизується архітектурою програмного забезпечення для їх виявлення і відстеження).

Т.П. Коделл (Thomas P. Caudell) та Д.В. Майзел (David W. Mizell) [128], характеризуючи технологію доповненої реальності, вказують на простоту відображення у ній віртуальних об'єктів порівняно з віртуальною реальністю. Розробка віртуального об'єкту для системи доповненої реальності виконується у такий спосіб:

1. у 3D-середовищі створюється візуальна модель компоненту доповненої реальності;
2. у 2D-середовищі створюється простий маркер, що може бути швидко розпізнаний системою доповненої реальності;
3. у програмному засобі для підтримки доповненої реальності маркер пов'язується із 3D-моделлю.

При розпізнаванні маркера системою доповненої реальності на екрані пристрою із програмним засобом для підтримки доповненої реальності зображення розпізнаного маркера накладається відповідна йому 3D-модель.

За посиланням https://remotelab.fe.up.pt/#ar_exp можна знайти приклади використання доповненої реальності на лабораторних роботах із фізики. У якості маркерів пропонується використання картонних аркушів із роздрукованими на них створеними у 2D-середовищі або згенерованими простими зображенням (зокрема, вони можуть бути подібні до QR-кодів).

Завдання роботи полягає в тому, щоб, використовуючи маркери як компоненти конструктора, зрозуміти принципи складання електричної схеми, змодельувати різні ситуації, після чого виконати її складання з реальних компонентів. У системі доповненої реальності користувач може керувати ланцюгом шляхом зміни положення перемикача, комбінування різних елементів, зміни положення джерела живлення, його полярності тощо простим розкладанням, перекладанням та обертанням маркерів. Простота складання ланцюгу та швидка зміна конфігурації схеми дозволяє відразу ж проаналізувати результати роботи схеми в кожній конкретній конфігурації. Такі поняття, як напрямок струму, розсіювання потужність, напрямок обертання двигуна, відкритий/закритий контур, паралельне/послідовне з'єднання легко спостерігаються і перевіряються.

Будь-який засіб доповненої реальності може бути навчальним об'єктом, якщо він є керованим та сприяє взаємодії користувача з реальними об'єктами з метою вивчення їх властивостей у процесі експериментального дослідження. Якщо ці вимоги виконуються, когнітивні й емоційні переживання можуть забезпечити нове розуміння того, що студенти вивчають. Застосування засобів доповненої реальності:

- надає можливість підвищити реалістичність дослідження;
- забезпечує емоційний та пізнавальний досвід, що сприяє залученню студентів до систематичного навчання;
- надає коректні відомості про систему у процесі експериментування з нею;
- створює нові способи подання реальних об'єктів у процесі навчання [188, с. 69-70].

Х. Мартін-Гутьєррес (Jorge Martin-Gutierrez), Е. Гунтерс (Egils Guinters) та Д. Перес-Лопес (David Perez-Lopez) [166] вказують, що доповнена реальність може бути використана для спільної роботи студентів в умовах зростання співвідношення кількості студентів на викладача. Особливої актуальності це набуває у навчанні електротехніки у процесі виконання лабораторних робіт із потенційно небезпечним обладнанням, що вимагає постійного контролю діяльності студентів.

Автори [166] пропонують перетворити реальні лабораторні роботи на роботи у доповненій реальності шляхом розміщення маркерів на машинах, верстатах або панелях управління, використовуючи які студенти зможуть візуалізувати за допомогою мобільного інтернет-пристрою інструкції або навчальні матеріали, необхідні для правильного використання та налаштування обладнання (так звані «книжки з доповненою реальністю»). Це надає можливість одночасно багатьом студентам працювати за відсутності постійного контролю та допомоги з боку викладача.

Ж.-М. Сьотат, О. Хьюг (Olivier Hugues), Н. Гуаель (Nehla Ghouaiel), розглядаючи застосування доповненої реальності для активізації навчання, виділяють 4 основні напрями її використання: «серйозні ігри» (середовища моделювання, у яких поєднуються можливості викладання, навчання, комунікації з ігровими елементами), підтримка наукових досліджень і експериментального підходу, перевірка моделі на адекватність, набуття технічних навичок. Автори пропонують визначення доповненої реальності як поєднання фізичних та цифрових просторів у семантично пов'язаних контекстах, для яких об'єкти асоціацій розташовані у реальному світі [133, с. 32].

VIII. Розвиток неперервного «безшовного» навчання. Завдяки хмарним обчисленням і сховищам даних можна підвищити ефективність навчання. Студенти залучаються до неперервного процесу навчання, що відповідає сучасним вимогам — незалежно від устаткування, використовуюваного для доступу до ресурсів. Оскільки ресурси та інформація про досягнуті успіхи зберігаються на віддалених серверах, а не на жорсткому диску певного пристрою, студенти можуть працювати з одним й тим самим матеріалом із найрізноманітніших типів мобільних інтернет-пристроїв, використовуючи переваги кожного типу. Програмне забезпечення надає можливість синхронізувати дані на кількох пристроях, тому студенти можуть відновити роботу на мобільному інтернет-пристрої з того місця, де вона була припинена на настільному комп'ютері, і навпаки. Завдяки цьому забезпечується безперервність процесу навчання. Крім того, оскільки опрацювання даних все частіше переноситься в хмару, відпадає необхідність в пристроях, оснащених дорогими процесорами для виконання ресурсоємних програм, — достатньо лише мати доступ до Інтернет.

Н. Фернандо (Niroshinie Fernando), С. В. Лок (Seng W. Loke) та В. Рахайю (Wenny Rahayu) [175] до мобільних хмарних технологій (mobile cloud computing) відносять:

- хмаро орієнтовані програмні засоби, основний код яких виконується на хмарному сервері, а спеціалізований «тонкий» клієнт — на мобільному інтернет-пристрої;

-
- мобільні хмари, що утворюються шляхом об'єднання ресурсів багатьох мобільних інтернет-пристроїв (P2P-мережі, розподілені обчислення);
 - мобільні міні-центри опрацювання даних (cloudlets), що утворюють проміжний шар між мобільними інтернет-пристроями та хмарами, за допомогою якого надаються якісні хмарні послуги з малим часом затримки.

Однією із переваг їх використання автори називають уніфікацію інтерфейсу користувача на пристроях різних виробників.

Використання мобільних хмарних технологій впливає на зміну методів навчання.

М. Ван (Minjuan Wang), Й. Чен (Yong Chen) та М.Дж. Хан (Muhammad Jahanzaib Khan) [222, с. 255] визначають мобільне хмаро орієнтоване навчання (mobile cloud learning) через упровадження хмарних технологій у мобільне навчання. На думку авторів [222], до його переваг відносяться, по-перше, менші витрати на апаратне та програмне забезпечення, по-друге, зменшення витрат на адміністрування, по-третє, уніфікацію навчальної хмарної інфраструктури для всіх типів пристроїв. Це сприяє більшій доступності мобільних навчальних матеріалів, розміщених у хмарному сховищі, зокрема, для спільної роботи з ними. В якості прикладу застосування мобільного хмаро орієнтованого засобу автори наводять систему підтримки навчання Moodle, розміщену в хмарі.

Один із загальнодоступних варіантів хмарного Moodle пропонують його розробники за посиланням <https://moodle.com/cloud> (рис. 3.2). Безкоштовний тарифний план надає можливість зареєструвати до 50 користувачів та завантажувати до 200 Мб файлів. Чи не єдине обмеження порівняно з платними тарифними планами — неможливість додавання нових модулів (зокрема, тем оформлення), що унеможлиблює використання розробленого нами плагіну.

IX. Забезпечення зв'язку між формальним і неформальним навчанням.

П. Дж. Хагер (Paul J. Hager) [149] формальне навчання визначає за трьома суттєвими властивостями, що визначають «формальність» навчальної ситуації:

1. наявність у навчальному плані (розкладі занять) переліку того, що підлягає вивченню;
2. для навчання призначається викладач або група викладачів;
3. навчальні досягнення підлягають перевірці та оцінюванню визначеним способом.

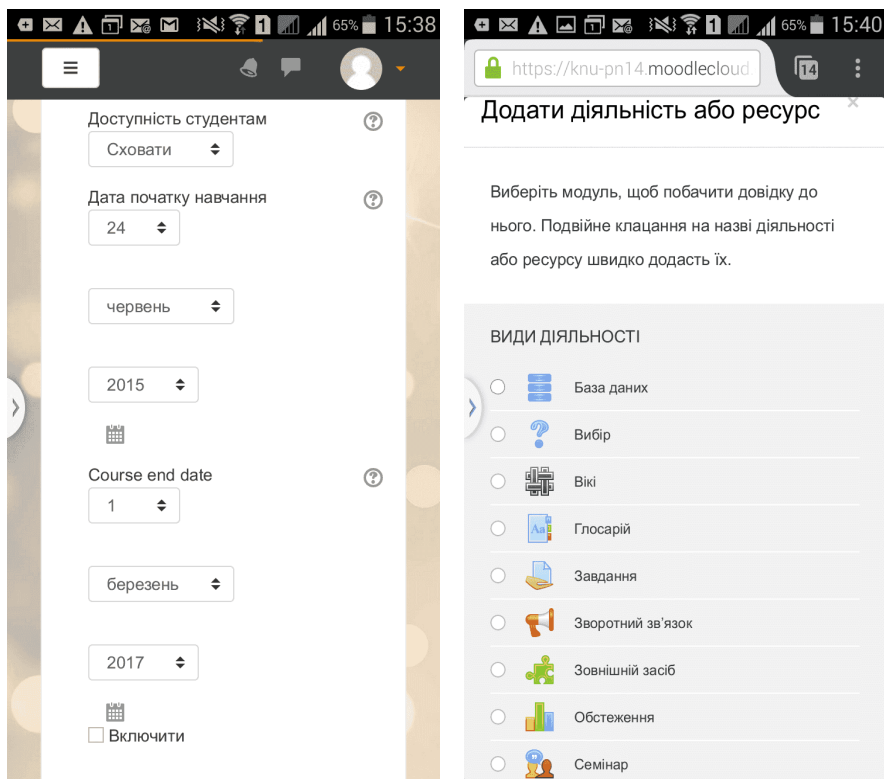


Рис. 3.2. Використання хмарної версії Moodle на мобільному пристрої (режими налаштування та редагування навчального курсу)

За цими властивостями традиційні форми навчання студентів у ЗВО (денна, заочна) відносяться до формального навчання. Якщо хоча б одна із вказаних властивостей відсутня, формальне навчання перетворюється на неформальне.

За П.Дж. Хагером, неформальне навчання, як правило, відбувається під час підготовки людини до виконання певної роботи — це може бути навчання на робочому місці на основі зразків діяльності та життєвого досвіду, опанування хоббі, заняття спортом, рукоділлям тощо (включно із навчанням подолання стресових ситуацій) [150].

Неформальне навчання орієнтовано на того, хто навчається, керується ним самим, має практичну спрямованість та не є чітко структурованим. Різновидом неформального навчання є ситуаційне, що відбувається

під час практичної діяльності, є незапланованим, неструктурованим та некерованим.

ІКТ також відіграють роль у неформальному навчанні через цифрові та соціальні медіа: так, мобільні пристрої сприяють підвищенню якості навчання, стираючи межі між формальною та неформальною освітою. Х.З. Балох, А. Абдулраман, Н. А. Іахад вказують на важливість реалізації неформального навчання шляхом об'єднання навчання у співробітництві з використанням мобільних інтернет-пристроїв на основі діяльнісного підходу [118]. Основними компонентами пропонованого авторами середовища навчання мобільні навчальні об'єкти, мобільні інтернет-пристрої, навчання у співробітництві та спільно вироблювані знання.

За допомогою мобільних пристроїв студенти з легкістю знаходять додаткові матеріали, щоб глибше зрозуміти концепції, які викладач висвітлює в аудиторії. Наприклад, існують різноманітні програмні засоби навчання мов, які «говорять» зі студентами та «слухають» їх через убудовані в мобільний телефон динаміки і мікрофон. Раніше для того, щоб забезпечити подібний рівень вербального взаємодії, був потрібен викладач. Крім того, студенти можуть вступати в розмову із людьми, які вільно володіють мовою, що вивчається, переводячи за допомогою мобільного пристрою незнайомі слова та фрази і підтримуючи у такий спосіб ефективну комунікацію. Мобільність і відносна ненав'язливість пристроїв дозволяють рухатися прямо до мети. Немає потреби переривати розмову на пошук потрібних відомостей у паперовому словнику або для того, щоб відкрити ноутбук. Багато програм дозволяють студентам відзначати важкі слова, щоб повторити їх пізніше, а також виділяти незрозумілі словосполучення, щоб згодом прояснити їх значення з викладачем. За допомогою мобільних технологій освітні процеси в аудиторії та за її межами доповнюють один одного.

Автори [118] вказують, що забезпечення зв'язку між формальним та неформальним навчанням за допомогою мобільних інтернет-пристроїв сприяє більшій масштабованості навчання (можливість залучення надвеликої кількості тих, хто навчається, до активної діяльності), його синхронності (всі навчальні процеси відбуваються «наживо») та сталості (у такий спосіб неформальне навчання не переривається ніколи).

Х. Мінімізація наслідків руйнування освітнього процесу в зонах військових конфліктів або стихійних лих. Як правило, мобільну інфраструктуру простіше і швидше відновити після стихійного лиха або військових дій, ніж, наприклад, дорогу або будівлю школи. Мобільне навчання набуває особливого значення для студентів з регіонів, що відновлюються після кризової ситуації. Наприклад, якщо десь сталася повінь або мали

місце бойові дії, студенти можуть скористатися навчальними матеріалами і зв'язатися з викладачем та іншими студентами через мобільні пристрої, навіть коли школи та університети зачинені або небезпечні. Дослідження показують, що мінімізація наслідків руйнування освітнього процесу в зонах військових конфліктів або стихійних лих прискорює відновлення життєвого укладу суспільства в цілому. За допомогою мобільних пристроїв можна продовжувати навчання і забезпечувати безперервність освітнього процесу в кризовий період.

«Освіта в умовах небезпек та криз» стала головною темою Тижня мобільного навчання ЮНЕСКО у 2017 році (Mobile Learning Week 2017) [172].

С. Бінсалех та М. Бінсалех (Muazzan Binsaleh) [9], аналізуючи можливість використання мобільних інтернет-пристроїв у конфліктних провінціях Таїланду, вказують на наступні обмеження для реалізації мобільного навчання у зонах військових конфліктів:

1. високий рівень насилля та вбивств вчителів, солдат та охоронців;
2. недостатній доступ до джерел струму для заряджання мобільних пристроїв навчального призначення;
3. обмеження передавання даних або відсутність мобільного зв'язку;
4. нестача вчителів;
5. недостатнє володіння студентами мовою навчання;
6. низький рівень освіти батьків;
7. недостатній рівень адаптованості навчальних матеріалів до використовуваних мобільних пристроїв;
8. низький рівень готовності вчителів до використання мобільних інтернет-пристроїв у навчанні.

Основним шляхом подолання вказаних проблем вважаємо підвищення рівня ІК-компетентності всіх учасників навчального процесу.

Н. Дах'я (Negin Darya) вказує, що ІКТ мають потенціал для підтримки, забезпечення та вдосконалення освіти для найбільш маргіналізованих осіб, постраждалих від війни, стихійних лих та швидкого поширення хвороб. Через ці різні засоби, такі як радіо, мобільні телефони, мобільні проектори, електронні книжки та планшети, ноутбуки та комп'ютери, можуть підтримувати викладання та навчання різними способами. Термін «мобільність» стосовно навчання є дуже актуальним в зонах військових конфліктів або стихійних лих: він означає, що навчання не повинно зупинятися, коли люди рухаються, і що люди, що перебувають у русі, зосереджені на продовженні своєї освіти [136, с. 5].

Використання мобільних інтернет-пристроїв у зонах військових конфліктів або стихійних лих надає можливості:

-
- використання мобільних грошових переказів для забезпечення викладачам регулярної заробітної платні;
 - використання систем двосторонніх комунікацій за допомогою текстових повідомлень з метою підвищення безпеки навчання (інформування батьків, опікунів та молодих людей безпосередньо про небезпеку поблизу навчальних закладів);
 - комбінованого навчання викладачів у системі післядипломної освіти;
 - використання мобільного радіо для оперативного інформування поширення звукозаписів навчального спрямування;
 - позашкільного навчання у віддалених місцях;
 - розробки та використання відкритих освітніх ресурсів високого рівня доступності, низької вартості, які адаптовані до конкретних потреб цільової групи;
 - використання мобільного відео для передавання необхідних життєвих навичок членам спільнот, котрі стикаються з конфліктами та кризовими ситуаціями (зокрема, обмін даними в мультимедійній формі, такими як цифрове відео, може навчити людей реагувати на загрози для здоров'я та долати наслідки стихійного лиха);
 - використання віртуальних соціальних мереж з метою формування та відстеження можливостей для навчання у конфліктних та кризових ситуаціях;
 - реалізації інклюзивної освіти [136, с. 5-6].

XI. Допомога у навчанні особам з особливими освітніми потребами. Закон України «Про вищу освіту» визначає осіб з особливими освітніми потребами як осіб з інвалідністю (обмеженими можливостями), які потребують додаткової підтримки для забезпечення здобуття вищої освіти. Формування і реалізація державної політики у сфері вищої освіти забезпечуються шляхом створення та забезпечення рівних умов доступу до вищої освіти, у тому числі забезпечення осіб з особливими освітніми потребами спеціальним навчально-реабілітаційним супроводом та створення для них вільного доступу до інфраструктури закладу вищої освіти з урахуванням обмежень життєдіяльності, зумовлених станом здоров'я, та належної державної підтримки підготовки фахівців з числа осіб з особливими освітніми потребами на основі створення для них вільного доступу до освітнього процесу та забезпечення спеціального навчально-реабілітаційного супроводу [76].

Основними причинами необхідності допомоги особам з особливими освітніми потребами є проблема організації навчального процесу, впровадження сучасних технологій та технічних засобів навчання, під-

тримки та індивідуалізації фахової підготовки студентів з порушеннями зору і слуху (індивідуалізовані навчальні програми, навчальні плани, навчальні посібники, підручники, електронні підручники тощо).

Завдяки технологіям масштабування тексту, голосовий транскрипції, геолокації і перетворення тексту на мову, мобільні пристрої підвищують якість навчання осіб з особливими освітніми потребами як у спільнотах з достатніми ресурсами, так і в менш забезпечених співтовариствах. Наприклад, організація Cambridge to Africa у 2010 році запустила програму по залученню в освітній процес глухих дітей з Уганди [173]. Учні знайомляться з навчальною програмою і взаємодіють з викладачами через мобільні пристрої та інноваційну SMS-систему. Загальнодоступне програмне забезпечення для учнів із дефектами зору, наприклад, дозволяє перетворити мобільний телефон з камерою на пристрій для читання тексту. Мобільні технології також здатні допомогти людям зі зниженою здатністю до навчання. М. Х. Шнепс (Matthew H. Schneps), Дж. М. Томсон (Jenny M. Thomson), Ч. Чен (Chen Chen), Г. Соннерт (Gerhard Sonnert) та М. Помплун (Marc Pomplun) дослідили вплив переформатування тексту на мобільних пристроях для читання електронних книжок на швидкість озвучування тексту і його розуміння людьми, хворими на дислексію [191]. Автори виявили, що використання мобільного пристрою значно покращило швидкість і розуміння порівняно із традиційним поданням на папері для окремих категорій цих осіб: ті, хто найбільше утруднювались із декодування фонем або ефективним розпізнаванням та читанням слів, читали швидше та осмисленіше, використовуючи пристрій. Попередні дослідження авторів стосовно відстеження руху очей показали, що короткі рядки полегшують читання при дислексії. Автори стверджують, що це можна розуміти як наслідок дефіциту візуальної уваги, що у випадку дислексії ускладнює приділення уваги непотрібному тексту біля місця просування погляду під час читання. Короткі рядки полегшують читання, скеровуючи увагу на непереповнені словами фрагменти тексту [192].

XII. Підвищення якості комунікації та управління. У порівнянні зі звичайними каналами зв'язку, повідомлення з мобільних пристроїв відправляються швидше, надійніше, ефективніше і з меншими витратами. Саме тому студенти і викладачі все частіше використовують їх для підтримки інформаційної діяльності. Крім того, що повідомлення, які передаються через мобільні пристрої, з більшою ймовірністю досягнуть одержувача, ніж повідомлення на папері, їх можна використовувати для отримання або розповсюдження інформації.

Викладачі можуть запитувати у студентів виконані завдання, а батьки — отримувати актуальну інформацію про навчальні досягнення своїх дітей. Крім того, у декількох проєктах, що реалізуються в Азії, Африці та Північній Америці, мобільні пристрої використовуються для ефективної взаємодії між вчителями аналогічних дисциплін або групами учнів. У Південній Африці вчителі, які беруть участь у проєкті викладання біології, через мобільні телефони і соціальні мережі діляться один з одним планами занять та педагогічними ідеями. Залучені до участі у проєкті педагоги відзначили, що це підвищує професіоналізм і дух товариства. Тепер їм стало простіше звертатися за допомогою до колег, знайомих із повсякденними проблемами їх професії [214, с. 24].

Г. Прокоп'яду (Georgia Prokopiadou) [183] виокремлює такі нові властивості, що надають ІКТ для підвищення ефективності управління навчальним закладом:

- сприяння адміністрації навчального закладу в ефективному управлінні офіційними функціями, у посиленні нагляду за прогресом учнів, а також у вдосконаленні управління шкільними ресурсами;
- сприяння більш зручному та дружньому управлінню складними та багаторівневими адміністративними операціями;
- сприяння комунікації між навчальними підрозділами, батьками та адміністрацією, включаючи їх в систему управління навчальним закладом, підвищуючи прозорість адміністративних заходів, а також взаємозв'язок шкільних мереж [183, с. 306].

На думку автора, впровадження ІКТ у шкільних підрозділах забезпечуватиме розвинену електронну адміністративну інфраструктуру. Традиційна бюрократична робота поступається місцем інформаційним системам управління для моделювання та організації адміністративних процедур, які сприятимуть становленню навчального менеджменту за принципами та стратегіями інформаційного суспільства. За такого підходу адміністрації навчальних підрозділів повинні оснащуватись технологічною інфраструктурою та надавати навчальній спільноті оновлені засоби ІКТ [183, с. 321-322].

І.В. Пліш у [69] описує досвід використання системи управління проєктами Basecamp, яка надає можливість неперервної підтримки управлінської діяльності, забезпечення постійного зворотного зв'язку з педагогічним колективом, керування процесом виконання поставлених задач та, за необхідності, їх оперативним корегуванням тощо. Система управління дозволяє директору та виконавцям (педагогічному та господарському колективу) використовувати ресурси означеної систе-

ми незалежного від їхнього місцезнаходження з будь-якого мобільного інтернет-пристрою.

За даними порталу SoftwareSuggest, система управління навчальним закладом (school management system — SMS) є інструментом, спеціально розробленим для спрощення безпаперового управління навчальними закладами різних типів. Воно складається з різних модулів, які допомагають викладачам та персоналу підтримувати облікові записи студентів, історію навчальних досягнень та іншу важливу інформацію про студента. Ефективна SMS об'єднує різні відділи та функції, надаючи доступ до них з будь-якого місця.

До основних функцій SMS відносяться:

1. Зарахування студентів: SMS відстежує процес реєстрації студентів — користувачі SMS можуть легко додавати, змінювати та переглядати модулі, які надають їм повну інформацію про процес прийому студентів.
2. Облік успішності: SMS веде повний запис історії студентів, за допомогою якого керівництво може відстежувати їх успішність та відзнаки.
3. Управління ресурсами: цей модуль допомагає школі підтримувати та перевіряти рівні запасів критичних предметів. Користувачі можуть зберігати дані про закупівлі, визначати поточний запас ресурсів і дізнатися, коли потрібно придбати нові ресурси.
4. Управління рахунками: цей модуль підтримує повний звіт про оплату за навчання.
5. Управління бібліотеками: модуль здійснює повне управління бібліотеками навчального закладу. Він реєструє кількість книг, дату випуску, дату повернення та вимоги щодо придбання книг.
6. Управління звітами: цей модуль дає змогу користувачам створювати розширені аналітичні звіти, які можуть допомогти у прийнятті кращих рішень відповідно до конкретних потреб навчального закладу.
7. Управління заробітною платою: цей модуль допомагає вести облік заробітної плати для всіх працівників навчального закладу.
8. Сповіщення та попередження: за допомогою цього модуля студенти, викладачі та керівництво отримують своєчасні сповіщення та повідомлення про важливі події та заходи у навчальному закладі.
9. Управління розкладом: управління навчальним розкладом є складним завданням — цей модуль допомагає встановлювати та підтримувати графік відповідно до академічних правил.

-
10. Управління гуртожитками: цей модуль керує всіма діями студентів, які проживають у гуртожитках, таких як розміщення приміщень, запаси предметів гуртожитку та витратних матеріалів.
 11. Управління відвідуваністю: збереження актуальних відомостей про відвідування студентів є важливою функцією навчальних закладів. Даний модуль відстежує відвідування студентів та веде список студентів, які підпадають під конкретні вимоги до відвідування.
 12. Управління людськими ресурсами: цей модуль керує джерелами даних, пов'язаних із людськими ресурсами, такими як заробітна плата викладачів, нормативні вимоги, облік робочого часу та графік відпусток.
 13. Електронний журнал: цей модуль надає можливість переглядати тестові бали та оцінки студентів в Інтернет з метою відстеження прогресу у складанні іспитів.

До основних переваг використання SMS відносяться:

- ефективне управління інформацією: SMS може містити добре керовану та ненадлишкову інформацію про викладачів, співробітників, студентів та батьків, отримання та оновлення якої є легшим порівняно з традиційними («паперовими») документами;
- полегшення та прискорення спілкування: повідомлення про плату, звітність, батьківські збори, шкільні події, бібліотечні повідомлення, дані про іспити тощо доставляються швидше за допомогою SMS;
- дружність та зручність для викладачів та батьків: якісний портал навчального закладу з простим інтерфейсом сприяє залученню викладачів, батьків та студентів;
- відстеження інформації: SMS робить легкодоступними відомості про відвідуваність, оплату, розклади і багато іншого;
- повсюдність доступу: оскільки SMS, як правило, має мобільну версію, користувачі також можуть отримати доступ до неї з мобільного інтернет-пристрою;
- прозорість — за умови використання SMS неможливо приховати будь-яку необхідну інформацію від користувачів, наприклад: навіть якщо студент відсутній, він може переглянути розклад; екзаменаційні відомості розміщуються безпосередньо на порталі, що унеможливорює спотворення результатів іспитів; інформація про плату зберігається без помилок та доступна кожній уповноваженій особі;
- зворотний зв'язок із студентами та батьками сприяє покращенню управління навчальним закладом;

-
- виконує непрямий брендинг навчального закладу, оскільки за сайтом навчального закладу складається належне враження від нього;
 - зв'язує усі складові навчального закладу;
 - може бути інтегрована з CMS (Content Management System — система управління вмістом);
 - сприяє підвищенню продуктивності викладачів, вивільняючи їх від сторонніх завдань;
 - дані у SMS можуть бути завантажені або відредаговані з будь-якого місця через мобільні пристрої, ноутбуки або настільні комп'ютери, під'єднані до Інтернет;
 - повна автоматизація навчальних процесів дозволяє легко відслідковувати їх та одночасно надає дані для кращого управління навчальним закладом;
 - збільшується рівень задоволеності працівників та клієнтів;
 - надає студентам практичний досвід використання технологій;
 - сприяє економії на канцелярському приладді та роботі людей з обслуговування традиційних управлінських процесів [1].

У 2014 році Центр цифрової освіти опублікував звіт про результати дослідження «розумного кампусу» — подальшого розвитку систем управління навчальними закладами. Технології «розумного кампусу» включають процеси та засоби збору даних та їх автоматизованого опрацювання; мобільні пристрої та технології; аналіз даних; студентські інформаційні системи (SIS); системи управління навчальними курсами (CMS/LMS); системи планування ресурсів (ERP-системи); хмарні технології; широкосмгові, бездротові та мобільні мережі.

XIII. Максимізація ефективності витрат. Витрати на мобільні технології виглядають досить конкурентоспроможними у порівнянні з витратами на зіставні ресурси. Наприклад, у Таїланді недавно була запущена програма поступового заміщення традиційних паперових підручників планшетними комп'ютерами. Незважаючи на те, що проєкт в абсолютному вираженні не є дешевим, слід враховувати витрати на закупівлю, доставку і оновлення паперових підручників. Аналогічним чином, необхідно зіставити можливості та обмеження планшетних комп'ютерів у порівнянні з паперовими підручниками. Ще належить провести довгостроковий аналіз рентабельності, щоб порівняти витрати на паперові і цифрові підручники, однак перші результати свідчать про те, що саме мобільні пристрої є найбільш ефективним рішенням, що забезпечує широкі можливості в умовах, що постійно знижуються ціни на ці пристрої. Державні установи ба-

гатьох країн успішно розширюють спектр освітніх можливостей за допомогою вже використовуваних людьми технологій, а не за рахунок впровадження нових пристроїв. Проекти, спрямовані на використання популярних мобільних пристроїв у якості інструментів для навчання і надання рівних можливостей для учнів, які не можуть собі дозволити їх придбання, сприяють ефективному вирішенню завдань у сфері освіти [214, с. 26].

Наказом МОН України №440 від 02.05.2018 р. було затверджено «Положення про електронний підручник» [77], згідно якого електронним підручником (е-підручником) є електронне навчальне видання із систематизованим викладенням навчального матеріалу, що відповідає освітній програмі, містить цифрові об'єкти різних форматів та забезпечує інтерактивну взаємодію. У Положенні наголошується, що:

- е-підручник має забезпечувати можливість роботи на трьох чи більше операційних системах, не менше двох із яких — для мобільних пристроїв;
- для використання е-підручника повинна бути забезпечена можливість завантаження його на пристрій користувача;
- в е-підручнику мають бути функції переходу здобувачів освіти на створений МОН України спеціальний інформаційний ресурс у мережі Інтернет для здійснення оцінювання відповідності результатів навчання стандартам освіти, типовим освітнім (навчальним) програмам.

Виходячи з наведених вимог, найбільш придатними для використання електронних підручників є мобільні інтернет-пристрої.

Автори [113], досліджуючи використання Інтернет-планшетів та е-підручників студентами першого курсу в процесі навчання базових дисциплін (фізики, хімії, математики, англійської та арабської мов), роблять висновок про те, що їх використання сприяє підвищенню рівня навчальних досягнень студентів. Порівняно з традиційними підручниками, використання е-підручників підвищує рівень мотивації студентів. Водночас це вимагає додаткових витрат часу з боку викладачів на технічну підтримку їх використання, зокрема — на підготовчому етапі.

Автори [187] розділяють роботу із організації мобільного навчання на декілька етапів та дій (рис. 3.3). На кожному етапі необхідно урахувувати такі складові впроваджуваного електронного навчального курсу: орієнтація на ринок освітніх послуг, співробітництво, конкурентоздатність та можливості фінансування.

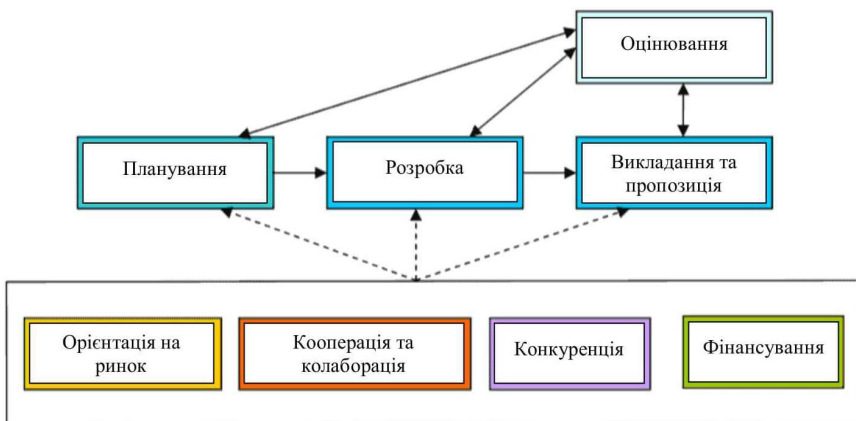


Рис. 3.3. Етапи організації мобільного навчання (за [187])

На етапі планування важливо отримати корисну інформацію про ринок, клієнтів та внутрішні ресурси. Ця інформація допоможе усвідомити критичні сфери та завдання електронного навчання, і як вони вплинуть на майбутні доходи та витрати. На цьому етапі розумно скласти документ, що містить всю відповідну інформацію, яку можливо знайти з самого початку. Якщо є відповіді, які неможливо отримати завчасно через занадто високі витрати або непевну інформацію, необхідно шукати правильні відповіді на наступних етапах. Зосередження на задоволенні споживачів освітніх послуг — студентів — компаній чи суспільства є запорукою успіху та запорукою економічної ефективності. Збільшення витрат на задоволення замовника повинно призвести до збільшення потенційного доходу через збільшення цін або збільшення кількості студентів, які навчаються за програмами електронного навчання.

Під час розробки навчального курсу (змісту навчання) необхідно дати відповідь на два питання: хто повинен розробляти зміст навчання і чим він повинен бути наповнений. Загальна вартість розробки залежить від багатьох факторів. Так, інвестування у високоякісний контент, створений сторонніми розробниками, приведе до задоволення клієнтів, але за умови значних витрат, особливо якщо викладачі не є компетентними в організації електронного навчання. Розробник повинен спрогнозувати потенційний дохід та намагатися знайти оптимальне співвідношення між інвестиціями у різні розробки та інновації, обираючи оптимальні рішення за співвідношенням доходів і витрат.

На етапі реалізації навчального курсу (у процесі його викладання та просування) необхідно:

1. визначити мету навчального курсу;
2. визначити цільову групу студентів: знання про студентів є найважливішим із точки зору ефективності та прибутковості. Викладач повинен залучати потрібних студентів до курсу — для того, щоб курс електронного навчання був рентабельним та економічно ефективним, має бути цільова група, яка зацікавлена в тому, що викладач може запропонувати;
3. сформувані та підтримувати мотивацію студентів до навчання: мотивовані студенти, як правило, гарно розв'язують навчальні завдання та надають зворотний зв'язок з постачальником освітніх послуг щодо якості навчального контенту та процесу навчання. Також мотивовані студенти часто ефективно навчаються та отримують гарні результати, що сприяє підвищенню рентабельності навчального курсу;
4. обрати стратегію навчання, яка відповідає потребам студентів цільової групи, зосереджуючись на цілях навчання. Постачальник послуг електронного навчання може потенційно заощадити, обираючи стратегію навчання з використанням систем підтримки навчання (LMS — Learning Management System), за якої студенти можуть взаємодіяти із системою підтримки навчання та один з одним, а не тільки з викладачем;
5. підвищити компетентність викладача в електронному навчанні. Викладачі відіграватимуть важливу роль у розробці та наданні послуг електронного навчання, тому необхідно переконатися, що ті з них, хто бере участь у програмі електронного навчання, отримують відповідні знання та навички з його організації — без володіння ними вони не зможуть сприяти підвищенню його рентабельності;
6. переконатися, що викладачі розуміють фактори впливу на загальну вартість електронного навчання та власну роль — хибною є думка, що викладачі повинні зосереджуватися лише на педагогічних аспектах, тоді як адміністрація потурбується про витрати: такий підхід у більшості випадків не призведе до економічно ефективного електронного навчання;
7. обрати LMS, що надає необхідні засоби навчання. Якщо у навчальному закладі вже використовується LMS, можливо, доведеться скорегувати пропозицію навчальних курсів у відповідності до наявних інструментів. LMS з ефективним адмініструванням сприяє економії витрат. Слід урахувати, що навчання викладачів та персоналу,

який використовує LMS, часто може бути дорожчим, ніж придбання самої системи;

8. переконатися, що LMS можна інтегрувати з іншими адміністративними системами — навіть незначні корективи для підключення LMS до існуючих адміністративних систем можуть бути дуже вартісними. Важливо також, щоб LMS підтримувала загальні стандарти для обміну навчальними об'єктами, такі як SCORM;
9. переконатися, що LMS підтримує різні види діяльності студентів у навчальному курсі — забезпечення кожного з них потребує власних витрат, і викладач повинен намагатися їх знизити без втрат студентів у досягненні власних навчальних цілей та зниження рівня їх задоволеності. Мета повинна полягати у збільшенні кількості студентів за одночасного зниження витрат;
10. визначити форми та методи оцінювання відповідно до потреб студентів, навчальних цілей та особливостей навчальної діяльності у кожному електронному навчальному курсі. Дуже важливо, щоб студенти отримували інформацію про цілі навчання та форму оцінювання до початку навчання — це збільшить шанси, що студенти будуть задоволені та працюватимуть так, щоб отримати гарний рейтинг;
11. забезпечити зворотний зв'язок та моніторинг з метою з'ясування, чи є курс рентабельним та як він може стати більш економічно ефективним у майбутньому. Моніторинг повинен відбуватися на кожному етапі впровадження електронного навчального курсу. Вибір правильного способу оцінювання різних видів діяльності має вирішальне значення для отримання гарного зворотного зв'язку та унеможливлення витрат грошей на діяльність, що не призведе до зниження витрат та збільшення доходу [187, с. 49-50].

Автори [60] вказують на важливість правильної стратегії ціноутворення для постачальника послуг електронного навчання [187, с. 79]. Так, якщо постачальник працює на різних ринках та з різними цільовими групами, він повинен розглянути можливість надання їм курсів різної вартості. Постачальник має адаптуватися до ситуації на ринку при встановленні ціни та обчисленні витрат, усвідомлюючи, як можна поліпшити співвідношення доходів та витрат шляхом корегування змінної та фіксованої вартості навчання. Загалом усі витрати, пов'язані з усіма діями в галузі електронного навчання, слід контролювати, намагаючись знайти нові способи зменшити витрати, зберігаючи або збільшуючи прибуток.

3.4. СЕРВІСИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

На засоби навчання впливають розвиток інформаційного суспільства і технічний прогрес. Окрім класичних засобів навчання, які можна було використовувати в процесі вивчення будь-яких дисциплін, з'являються нові. Застосування хмарних платформ і сервісів призводить до появи і розвитку форм організації навчання та наукових досліджень, орієнтованих на спільну навчальну діяльність. Методи і підходи відкритої науки справляють значний вплив на освітній процес, зокрема, освіту вчителя.

Відкрита наука — це сукупність дій, спрямованих на те, щоб зробити наукові процеси прозорішими, а результати доступнішими. Нинішній рух до відкритої науки був спричинений академічною недоброчесністю в різних її галузях. Це — дослідження, які не вдалося повторити, а також поширеність занадто загальних досліджень та публікацій, які не могли б пояснити причини різних явищ. Можна практикувати та пропагувати відкриту науку дослідникам, авторам, рецензентам, редакторам, викладачам та вчителям. Існує безліч ресурсів, щоб допомогти вчителям наукових ліцеїв досягти цих цілей.

Відкрита наука пов'язана з теоретичними концепціями, які сприяють відкритості, цілісності та відтворюваності в наукових дослідженнях; що обговорюються та викладені в наукових журналах, збірниках тез конференцій та монографіях. Прикладом відкритої науки є: надання вільно-поширюваних навчальних матеріалів (наприклад, даних, описів заходів, експериментальних протоколів та файлів аналізу), попередня реєстрація дослідження (тобто реєстрація плану дослідження та аналізу збору даних) та публікації результатів дослідження у журналі, у відкритому доступі.

Хоча правильна реалізація принципів відкритої науки повинна призвести до помітних покращень наукових досліджень, що суттєво впливатиме на організацію діяльності вчителів наукових ліцеїв та їх учнів (наприклад, щодо необхідності врахування більшої відтворюваності та повторюваності результатів), деякі принципи відкритої науки були сприйняті з певною мірою скепсису. Наприклад, деякі науковці припустили, що відкритий обмін даними може загрожувати конфіденційності матеріалів учасників дослідження (Gabriel&Wessel, 2013; Wicherts&Bakker, 2012), а нові способи наукової комунікації (наприклад, журнали з відкритим доступом) не є популярними або практично реалізованими, з огляду на сучасні бізнес-моделі у видавничій галузі. Крім того, були висунуті припущення, що багато відкритих наукових практик, таких як відкритий доступ до даних, можливо, не знадобляться (Derksen&Rietzschel, 2013), і попереджають, що певні рішення (наприклад, попередня реєстрація

дослідження) можуть обмежити ефективність наукових досліджень, що є суттєвим у діяльності вчителів наукових ліцеїв, та / або спричинити не-навмисні негативні наслідки.

Мабуть, найсуттєвішим технічним бар'єром, із яким стикаються як постачальники, так і користувачі результатів відкритих наукових досліджень, є відсутність єдиної інфраструктури (Janssen, Charalabidis&Zuiderwijk, 2012). Багато з них не знають, що існують архітектури з відкритим кодом, або як вони можуть принести користь науковим дослідженням та освітньому процесу. Ймовірно, знадобиться навчання та підготовка вчителів наукових ліцеїв, перш ніж відкриті наукові системи стануть нормою у освітньому процесі. Слід врахувати, які нормативно-правові наслідки можуть бути пов'язані з переходом до відкритої наукової моделі та як відкриті наукові практики можуть вплинути на зміну освіти та науки, комерціалізацію інтелектуальної власності.

Протягом останніх років численні розробки у всьому світі сформували чітке та послідовне бачення впровадження парадигми відкритої науки як рушійної сили для створення нової концепції прозорої науки, керованої даними. Відкрита наука, відкритий доступ, відкриті дані та відкритий код стають все більш популярними та необхідними. Однак широкого впровадження цих практик в Україні ще не досягнуто. Однією з причин є те, що дослідники не впевнені в тому, як використання матеріалів, що потрапили у спільний доступ, вплине на їхню кар'єру. У той же час, попри певні ризики, пов'язані з наданням даних у спільний доступ, відкриті матеріали, як свідчать дослідження [1], призводять до збільшення цитувань, уваги ЗМІ та колег, ширших можливостей для організації колективної роботи над однією науковою проблемою та додаткового фінансування. Подібні висновки [1] є свідченням того, що відкриті наукові дослідження виявляються більш корисними для суспільства і наукової спільноти порівняно з традиційними закритими практиками.

Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) схвалена рішенням колегії Міністерства освіти і науки України №3/1-7 від 22.03.2018. У Пріоритеті 5 «Оптимальні обмін та трансфер наукових знань» для євроінтеграції української науки, зазначено, що одним із заходів та інструментів для України є: «Визначення пріоритетних напрямів розвитку відкритої науки та відкритих інновацій». З моменту затвердження Дорожньої карти пройшло вже два роки, за цей час прогрес у напрямі розвитку відкритих систем у науці невпинно зростає. Задля подальшої інтеграції України до Європейського дослідницького простору виникає необхідність провести аналіз сучасного ста-

ну розвитку і використання ідей відкритої науки в освіті та розглянути, які дослідження вже були проведені.

Так, В.В. Ореховою [67] розглянуто поняття «відкритий доступ» (Open Access) і «відкрита наука» (Open Science). Окрім цього науковець досліджує компоненти відкритого доступу, оскільки, на думку автора саме бібліотеки в першу чергу, зможуть забезпечити концепцію відкритого доступу. Тобто, завдяки відкритому електронному архіву бібліотеки імені М.А. Жовтобрюха Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка практично реалізується стратегія відкритої науки. При цьому розглянуто внесок бібліотек України загалом, як інформаційна база для впровадження принципів відкритої науки.

А.Ю. Василенко [19] аналізує реалізацію принципів відкритої науки на прикладі Франції. Процес формування державної політики з орієнтацією на відкриту науку розпочинається із затвердження Національного плану Франції з відкритої науки. Зокрема, науковець виокремлює три основних напрями розвитку відкритої науки у Франції: визначення основних засад, запровадження системи контролю та моніторингу та міжнародне співробітництво. Кожен напрям окремо досліджується А.Ю. Василенко [19] та головне, зазначається його практичне спрямування. У дослідженні встановлено, що основні зміни пов'язані з відкритим доступом до наукових даних. Результат проведеного аналізу може бути впроваджений і в Україні, оскільки, на думку автора, подібний сценарій характерний і для інших країн ЄС.

Якщо розглянути практичне впровадження відкритої науки в Україні, то слід зазначити про проєкт DocHub «Структуризація співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України» (<http://dochub.com.ua/uk>). У рамках участі в даному проєкті Національного університету «Кієво-Могилянська академія» було розроблено навчальну програму підготовки аспірантів «Відкрита наука», зокрема курс «Основи інформаційної грамотності» (викладачі Т.О. Ярошенко та С.О. Чуканова) та курс «Управління даними досліджень» (викладачі Т.О. Борисова та Т.О. Ярошенко). Також, як окреме питання навчальної дисципліни за вибором підготовки магістрів галузі знань 01 «Освіта» спеціальності 017 Фізична культура і спорт «Інформаційна культура студента», відкриту науку та відкритий доступ розглядають у Львівському державному університеті імені Івана Боберського.

О.О. Грачев та Л. П.Овчарова у своєму дослідженні [26], зазначають, що одним із ключових проєктів Організації економічного співробітництва і розвитку є проєкт «Відкрита наука», на який слід звернути увагу

українським науковцям. Хоча, даний проєкт не є українським та його реалізація здійснюється країнами Організації економічного співробітництва і розвитку, проте, на думку науковців [26] більшість ключових заходів сприятимуть подальшому впровадженню відкритої науки в Україні. При цьому, практичні розробки не обмежуватимуться електронними фондами бібліотек, а результатом впровадження можуть бути: хмаро орієнтовані платформи для обміну даними, перелік норм для спільного використання результатів дослідження, технологічні умови для відкриття загального доступу до даних.

Проблему створення українських дослідницьких е-інфраструктур як інструменту інтеграції молодих вчених у міжнародний науковий простір досліджували С.В. Тарнавська та Х.В. Серєда [87]. У рамках дослідження науковці окреслюють низку проблем, пов'язаних із доступом молодих вчених до відкритої науки, зокрема до міжнародного наукового простору. При цьому зазначаються три основні напрями, що є основою для Європейського дослідницького простору.

Відкрита наука — це дуже широкий термін, який стосується різних концепцій, починаючи від наукової філософії та культурних норм, таких як власність на наукові методи та принципи, згідно з яким отримані результати слід оцінювати за значущістю (тобто універсалізм), до власне конкретних практик, що оперують такими нормами, навіть настільки простими, як послідовне дотримання стандартів цитування. Інші приклади відкритої науки охоплюють:

1. Обмін даними та аналітичними файлами для покращення відтворюваності досліджень (Nosek, Alter, Banks, Borsboom, Bowman, Breckler, Buck, Chambers, Chin, Christensen, Contestabile, Dafoe, Eich, Freese, Glennerster, Goroff, Green, Heese&Humphreys, 2015).
2. Переосмислення або явне підтвердження меж статистичної значущості для забезпечення більш надійних тлумачень результатів досліджень (Benjamin, Berger, Johannesson, Nosek, Wagenmakers, Berk&Camerer, 2017; Lakens, Adolphi, Albers, Anvari, Apps, Argamon&Zwaan, 2017).
3. Попередня реєстрація досліджень та аналітичних планів для виокремлення підтверджуючих та констатувальних досліджень (Banks, O'Boyle, Pollack, White, Batchelor, Whelpley, Abston, Bennett&Adkins, 2016).
4. Залучення реплікаційних досліджень для оцінки узагальненості наукових висновків (Ethiraj, Gambardella&Helfat, 2016).

-
5. Включення обмежень, пов'язаних з оплатою, для збільшення доступу до наукового контенту (McKiernan, Bourne, Brown, Buck, Kenall&Lin, 2016).
 6. Зміна системи організації науково-освітнього процесу, щоб дослідники та викладачі (вчителі) отримували винагороду за сприяння відкритому науковому середовищу (O'Boyle, Banks&Gonzalez-Mule, 2017).

Тим не менш, відкрита наукова практика є порівняно новою концепцією, і, як результат, викладачі та вчителі не впевнені у передбачуваному призначенні та корисності від її впровадження.

Питання розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти в аспекті реалізації пріоритетів відкритої науки досліджувались у статті (Биков, Шишкіна, 2018). У роботі (Шишкіна, 2018) розглянута модель освітньо-наукового середовища підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів до використання хмарних технологій. Тим часом, питання впливу відкритих наукових практик на процес освіти вчителів залишається мало дослідженим і потребує ретельної уваги.

З урахуванням аналізу проведеного дослідження сучасного стану розвитку і використання підходів відкритої науки в Україні, можна зробити висновок, що певні кроки з дослідження принципів відкритої науки, парадигми відкритого доступу вже зроблені. Хоча, як свідчить більшість публікацій у даному напрямку, в першу чергу відкрита наука українськими науковцями сприймається як відкритий доступ до інституційних репозитаріїв та електронних архівів бібліотек. Можливо, це пов'язано з одним із підпунктів Пріоритету 5, Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA), у якому йде мова про поширення відкритого доступу до наукових даних та публікацій.

Науковцями в достатній мірі розглянуто різноманітні моделі організації навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Крім того, науковці у своїх роботах розробили моделі хмаро орієнтованого середовища, зокрема для підготовки фахівців відповідних профілів. Проте, проблема проектування методик та методичних систем підготовки вчителів природничо-математичних предметів до використання компонентів і сервісів систем відкритої науки у навчальному процесі, зокрема, у науковому ліцеї залишається недостатньо дослідженою. Це пояснюється специфічними особливостями освітнього процесу у науковому ліцеї та недостатньою підготовкою вчителів до роботи у подібних закладах загальної середньої освіти.

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.

Проблему підготовки кваліфікованих кадрів управління освітою, а також вчителів, орієнтованих на навчання на основі ІКТ, на сьогодні напевно чи можна розглядати окремо від процесів інноваційного розвитку освітнього простору, утвореного у школі, регіоні та в освітній системі країни чи світу. У зв'язку з цим існує необхідність проведення фундаментальних досліджень з акцентом на можливі шляхи розвитку освітнього середовища освітніх установ.

Можливо, однією з найбільш обговорюваних цілей відкритої наукової практики є покращення відкритості, цілісності та відтворюваності досліджень шляхом запобігання неправомірним науковим дослідженням або зменшенню сумнівних методів їх проведення та / або звітності. Прояви академічної недоброчесності в дослідженні трапляються, коли вчені, викладачі чи вчителі підробляють, фальсифікують або не звертають увагу на плагіат при поданні, виконанні чи перегляді досліджень або при повідомленні про результати досліджень (Banks, Field, Oswald, O'Boyle, Landis&Rogelberg, 2018). Хоча базовий показник випадків академічної недоброчесності у освітньо-науковій спільноті дуже низький, навіть один такий випадок може бути надзвичайно серйозним для галузі педагогіки.

На відміну від академічної недоброчесності, загальні приклади сумнівних дослідницьких практик включають замовчування несуттєвих висновків та відповідних їм гіпотез, подання пост-спеціальних гіпотез та аналізів, які є статистично значущими, ніби вони були заплановані заздалегідь, щоб результати структурних рівнянь моделі виглядали краще, ніж ті, що їм насправді вдалось отримати (Banks, Field, Oswald, O'Boyle, Landis&Rogelberg, 2018). Попередня реєстрація досліджень і відкритий обмін даними через такі платформи, як Open Science Framework (OSF) або aspredicted.org, можуть допомогти зменшити поширеність сумнівних дослідницьких практик або коли добровільні рецензенти пропонують вилучити зі статті несуттєві гіпотези, що призводить до упередженості публікацій.

Відкрита наука має значні переваги щодо зменшення сумнівної дослідницької практики (Banks, Field, Oswald, O'Boyle, Landis&Rogelberg, 2018). По-перше, відкрита наука може сприяти більшій співпраці. Наприклад, обмін даними призведе до частішої комунікації між учасниками досліджень, зокрема, викладачами чи вчителями зі схожими інтересами. Використання цифрових ідентифікаторів об'єктів (DOI) дозволить призначити відповідний ліміт для обміну власними здобутками. По-друге, обмін протоколами, планами та аналітичними сценаріями підвищить точність наукових досліджень вчителів та учнів наукових ліцеїв (Nosek, Alter, Banks, Borsboom, Bowman, Breckler, Buck, Chambers, Chin, Christensen, Contestabile, Dafoe, Eich, Freese, Glennerster, Goroff, Green, Heese&Humphreys, 2015), а також коефіцієнт успішності та цитування. Аналітичні сценарії мають підвищити достовірність поданих результатів, гарантуючи правильне використання аналізу для перевірки гіпотез дослідження учнями. Крім того, спільні ресурси можна цитувати, що надасть як вчителям так і учням більше можливостей отримувати інші результати досліджень із вже існуючих масивів даних (Nosek, Alter, Banks, Borsboom, Bowman, Breckler, Buck, Chambers, Chin, Christensen, Contestabile, Dafoe, Eich, Freese, Glennerster, Goroff, Green, Heese&Humphreys, 2015). По-третє, відкриті наукові практики можуть сприяти кращому розумінню, перегляду та вдосконаленню освітньо-наукового процесу. Часто традиційні звіти подають стислу версію дослідницького процесу, так що багато важливих проміжних результатів не висвітлюються. Навпаки, матеріали попередньої реєстрації надають усім охочим краще розуміння того, як продовжувати вдосконалювати та змінювати етапи дослідження, зокрема педагогічного експерименту (Banks, Field, Oswald, O'Boyle, Landis&Rogelberg, 2018). По-четверте, відкриття наукового спілкування через публікацію з відкритим доступом могло б привести до більш швидкого і більш широкого розповсюдження результатів досліджень серед вчителів (що відбулось із ArXiv і PsyArXiv, що є відкритими архівами електронних публікацій тисяч статей з фізики, математики, психології та інформатики). Інтернет-сховища з відкритим доступом до журналу допоможуть висвітлити не лише дослідження з підтвердженими гіпотезами, але й коли гіпотеза була спростована. Отже, відкрита наука може призвести як до підвищення якості та довіри до вітчизняних досліджень, частково не лише за рахунок скорочення певних сумнівних дослідницьких практик (O'Boyle, Banks&Gonzalez-Mule, 2017), але і завдяки позитивній та продуктивній дослідницькій культурі, своєчасному обміну даними та прозорості освітньо-наукового процесу з опублікованими результатами.

Насьогодні Інтернет-обмін даними та архівування здаються абсолютно необхідними заходами, які сприяють розвитку науки (а також обміну аналітичним кодом). Причини втрати даних включають: людський фактор (тобто неправильне зберігання вихідних даних) та застаріле програмне забезпечення або обладнання (тобто дані зберігалися у форматі та / або системі, до якої більше не можна отримати доступ). Дійсно, це свідчить про те, що дані, які не оприлюднюються, втрачаються в межах освітньо-наукових дисциплін, тому рекомендовано дублювати дані в Інтернеті з метою їх збереження. На жаль, втрата даних може призвести до виникнення нових проблем у різних галузях науки. Для вирішення цієї проблеми може бути розроблена наукова культура обміну даними, метою якої є зменшення різноманітних сумнівних дослідницьких практик, що також принесе користь майбутнім дослідженням. Крім того, як згадувалося раніше, журнали, які приєднують DOI до спільного набору даних, можуть збільшити видимість / цитування автора.

Існують чотири відкриті наукові практики (попередня реєстрація, відкриті дані, відкриті матеріали та препринти / обмін чернетками) (McBee, Makel, Peters&Matthews, 2017), кожна з яких сприяє дослідницьким пошукам, зокрема дослідники можуть розпочати включення їх у свою практику.

Попередня реєстрація (McBee, Makel, Peters&Matthews, 2017). Попередня реєстрація досліджень є першим кроком до формулювання гіпотези дослідником та подальшого планування, аналізу збору даних. Використання реєстрації на веб-сайті дозволяє дослідникам продемонструвати зафіксовані часом докази того, якою є початкова гіпотеза та коли вона була попередньо сформульована.

Відкриті дані та матеріали (McBee, Makel, Peters&Matthews, 2017). Відкриті дані — це публічний обмін даними, зібраними та проаналізованими в рамках дослідження (учнівського чи викладацького). Так само під відкритими матеріалами розуміється обмін дослідницькими матеріалами (наприклад, текст пропозиції, форми угоди, елементи опитування, аналізу) з іншими. Такий обмін приносить користь у певній галузі науки, заощаджуючи майбутнім дослідникам час на переосмислення того, що вже обґрунтовано, а також попереджаючи їх від необхідності вимагати матеріали, якими інші дослідники можуть не користуватися протягом декількох років і навіть десятиліть.

Препринти (McBee, Makel, Peters&Matthews, 2017). Препринти — це опубліковані чернетки дослідницьких рукописів, які розміщуються в Інтернеті до того, як вони пройшли традиційний процес рецензування в журналі. Препринти, розміщені на спеціальних сервісах, зараз індексу-

ються Google Scholar та іншими інструментами наукового пошуку, що дає змогу зацікавленим читачам переглянути їх та використати.

Сервіси відкритого доступу

Деякі дослідники недооцінюють можливість публікації в журналах відкритого доступу як варіант оприлюднення наукових здобутків, а замість цього публікують матеріали в окремих журналах із закритим (чи обмеженим) доступом, які вважаються престижними у своїй галузі. Згідно проведеного опитування (227 респондентів) лише 35,4% освітян використовують сервіси відкритої науки для постановки і дослідження стану наукової проблеми (Рис. 3.4). 77,4% вивчають праці колег (зазвичай це статті у фахових, престижних журналах).

Що Ви використовуєте для постановки і дослідження стану наукової проблеми?

226 ответов

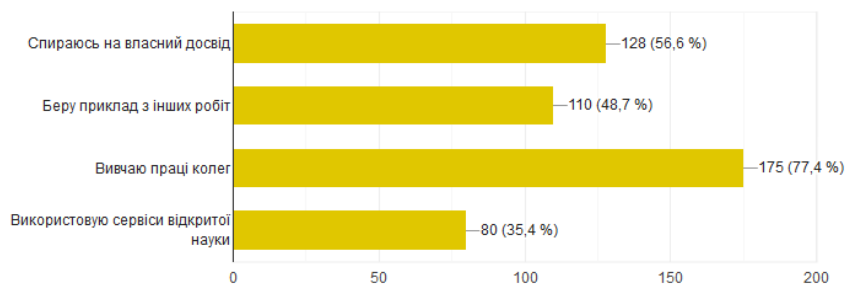


Рис. 3.4. Використання сервісів відкритої науки для постановки і дослідження стану наукової проблеми

Науковці можуть забезпечити відкритий доступ до своїх матеріалів, розмістивши їх як «подані до розгляду» перед офіційним експертним оглядом та публікацією в журналі. Сервіси для подібних матеріалів є безкоштовними та відкритими як для публікацій авторів так і для читачів. Такі сервіси відкритого доступу існують для різних галузей науки [1]: arXiv (переважно фізико-математичні науки), bioRxiv (лише для біологічних наук), CERN document server (фізико-математичні науки, зокрема фізика), EconStor (економічні науки). В якості прикладу, більш детально розглянемо архів відкритого доступу arXiv (<https://arxiv.org/>). arXiv є яскравим прикладом сервісу відкритого доступу до наукових матеріалів з: фізики, математики, комп'ютерних наук, біології, економіки, статистики та електротехніки. Проте, окремі групи мають дуже обмежені підкатегорії, тому переважають ресурси з фізико-математичних наук.

В описі сервісу підкреслюється, що дана служба не претендує на статус журналу, а є лише архівом з відкритим доступом та подальшим розповсюдженням матеріалів. Зрозуміло, що матеріал, який завантажено на зберігання не рецензується. Проте проходить процес модерації, який полягає лише в перевірці належності матеріалу вказаній предметній області та наявності наукової цінності. Оскільки сервіс англомовний, то в першу чергу перевіряють та приймають матеріали на англійській мові. При цьому, матеріал не обов'язково має бути вже опублікований. Він може бути лише поданим до друку (про це слід вказати в процесі подачі матеріалу). Матеріали написані українською теж приймаються, але з певними запізненнями та окремими уточненнями. Однак, під час подачі реквізити україномовного матеріалу слід зазначати на англійській мові (перекласти). Сервіс arXiv містить і пошукові інструменти: за назвою, анотацією, автором, словом у тексті матеріалу. Практично за кожним реквізитом поданого матеріалу передбачено пошук. Користувач зможе під час перегляду окремого ресурсу обрати формат для подальшого завантаження (переважно формат pdf).

Окремої уваги заслуговує сам процес подання матеріалу до архіву, оскільки тут є декілька важливих моментів. Коли користувач вперше зареєструвався, він не одразу зможе завантажувати свої наукові наробики і не в усі категорії. Слід отримати підтвердження від свого колеги, що даний користувач дійсно є фахівцем з певної галузі та має право завантажувати в дану категорію власні наукові матеріали. Колега має бути не лише зареєстрованим користувачем, але й власником не менш як чотирьох ресурсів, що вже пройшли модерацію та опубліковані. При цьому, для кожної окремої категорії потрібно надсилати подібний запит. А для того, щоб завантажувати ресурси одразу в декілька категорій, слід під час реєстрації вказати офіційну електронну адресу (поштову скриньку організації). Друге важливе питання, це яку саме ліцензію обрати при поданні ресурсу до arXiv: жодної ліцензії з наявних, CC BY 4.0, CC BY-SA 4.0, CC BY-NC-SA 4.0, CC0 1.0 чи специфічна ліцензія arXiv.org. Зазвичай, найбільш розповсюдженим варіантом є BY-NC-SA 4.0. (некомерційна). Дана ліцензія передбачає копіювання матеріалу на будь-якому носії та у будь-якому форматі та подальше його адаптування для використання в наукових дослідженнях. Також сервіс arXiv має інструмент для створення публічного ідентифікатора автора та можливість пов'язати обліковий запис з ORCID iD.

Отже, сервіси відкритого доступу, такі, як наприклад arXiv, забезпечують декілька принципів відкритої науки, зокрема, відкритий доступ до електронних ресурсів та наукових джерел, їх подальше розповсюдження

та використання. Впровадження парадигми відкритої науки призведе до більш ретельного рецензування матеріалів, оскільки завдяки відкритим даним стають доступні проміжні дослідницькі звіти.

Сервіси спільної роботи над навчальними проєктами

Практичним використанням парадигми відкритої науки є [54]: 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 серед них доцільно виокремити наступні [94]:

- 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 відкритого підходу у навчанні є велика кількість відкритих вихідних віртуальних середовищ навчання, що використовуються в академічному середовищі. У даному контексті одним із яскравих прикладів є Moodle, завдяки його значному поширенню у навчальних закладах.

Загалом, систему Moodle не можна розглядати безпосередньо як інструмент відкритої науки, адже Moodle це — система управління навчанням. Проте, окремий інструментарій даної системи (хоча б частково) можна розглянути в контексті відкритої науки.

Умовно весь інструментарій Moodle можна класифікувати як:

1. Статичні ресурси: файл, сторінка (HTML), тека з файлами, URL-адреси.
2. Інтерактивні ресурси: завдання, тест, Wiki, глосарій, форум, чат та анкета.

Оскільки більшість принципів відкритої науки передбачають вільний доступ до будь-якого ресурсу, очевидно що матимемо справу з відкритим дистанційним курсом на базі системи Moodle. Строго кажучи, відкритий онлайн курс відповідає ще й парадигмі відкритої освіти. Подібний курс не вимагає реєстрації, для його використання потрібен лише гостьовий доступ. У чому переваги подібних курсів? Його змістову складову можна навести в якості прикладу відкритих даних. Водно-

час ресурси відповідають трьом основним вимогам, що висувуються до відкритих даних: відкрита ліцензія, доступ та формат. За такої умови останню вимогу (відкритий формат) слід розуміти, як такий формат, що підлягає подальшому аналізу та використанню в інших наукових дослідженнях, навчальних курсах. Зрозуміло, що подальше використання відкритих матеріалів вимагає відповідних посилань на роботи авторів. Вважається, що завдяки концепції відкритих даних та відкритої науки набуде подальшого поширення академічна доброчесність та дозволить перевірити наявні результати своїх колег.

Якщо розглянути перший принцип відкритої науки [94], тобто відкритий доступ до наукових джерел, то можна використати наступний інструментарій: файл, сторінка (HTML), тека з файлами та URL-адреса. Тобто, згідно класифікації, певний інтерес виникає лише до статичних ресурсів. Даний інструментарій не може, звичайно розглядатись в якості повноцінного репозитарію, проте, за умови, що маємо справу з відкритим дистанційним курсом, може бути загальнодоступним. Таким чином забезпечується відкритий доступ до результатів дослідження (як кінцевих так і проміжних). Наразі існує ідея про використання не лише кінцевих результатів наукових досліджень, але й так званих препринтів (чернеток), у змісті яких можна представляти гіпотезу, робити певні проміжні висновки, корегувати модель у процесі дослідження. Використання інструментарію Moodle відповідає зазначеним вимогам.

Завдяки інтерфейсу для мобільних пристроїв за замовчуванням та сумісності між веб-браузерами вміст на платформі Moodle легко доступний та сумісний у різних веб-браузерах та на різних пристроях. Деякі інші функціональні можливості, що надаються системою, розглядаються у навчанні як одні з найважливіших, це і багатомовний інтерфейс користувача, і управління курсами для створення нових екземплярів, гнучкість дозволу різних типів курсів та можливість інтеграції зі сторонніми інструментами та стандартами.

Оскільки інструментарій системи Moodle, хоча б частково підтримує основні європейські тенденції та може використовуватись не лише в навчанні, але й у науковій діяльності, можна стверджувати, що таким чином виконується один із пріоритетів Дорожньої карти інтеграції України до європейського дослідницького простору. Сутність даного пріоритету полягає в покращенні обміну, передачі та доступу до наукових знань.

У зв'язку з Постановою Кабінету Міністрів України «Про запобігання поширенню на території України коронавірусу COVID-19» від 11 березня 2020р. № 211 зі змінами від 16 березня 2020 р. № 215, усі заклади ЗВО та ЗЗСО запровадили дистанційне навчання. З огляду на це інтерес

викладачів та вчителів до додатків для відеоконференцій, сервісів та месенджерів значно зріс (лише в Україні попит на додатки для відеоконференцій зріс у 5 разів) [74]. За такої умови найпопулярнішими, згідно з даними GlobalLogic [74], є: Zoom, Microsoft Teams та Google Hangouts.

Проте, досить цікавим рішенням є використання месенджера Discord, що є безкоштовним (наявні й тарифи на платній основі з додатковим пакетом послуг) та з моменту створення він був зорієнтований на користувачів комп'ютерних ігор. На кафедрі комп'ютерних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України використовують сервіс Discord для проведення онлайн лекцій [25]. На офіційному сайті Нової української школи (НУШ), створеного у партнерстві з Міністерством освіти і науки України для комунікації реформи «Нова Українська Школа», опубліковано статтю для організації навчального процесу з використанням месенджера Discord, де представлено його основні можливості та рекомендації з впровадження [88].

Хоча даний месенджер насамперед розрахований на використання для спілкування користувачів комп'ютерних ігор, він має досить потужний інструментарій і для використання в навчальному процесі. Насамперед слід звернути увагу на широку популярність Discord серед учнів та студентів. Можна сказати, що майже кожен із них має вже встановлений месенджер на своєму пристрої та вміє його використовувати. При цьому обмеження на голосовому каналі становлять не більше ніж 99 користувачів. Це досить велика кількість та достатня для того, щоб проводити заняття для учнів класу чи групи студентів. За такої умови, хоча й можлива відеотрансляція, проте, як показує досвід [25], важливішою умовою є демонстрація екрану вчителя чи викладача. Адже для пояснення навчального матеріалу насамперед потрібно схематичний чи текстовий супровід теми. Тому задля організації навчального процесу голосового та текстового каналів цілком достатньо. Так само як і в Skype, наявна можливість створення груп (так звані «сервери»). Проте, на відміну від інших програмних продуктів, у Discord можна в межах власного серверу встановити власні права доступу та створити окремі підгрупи (мікрогрупи). На кожен таку групу, вчитель (викладач) встановлює доступ та додає лише окремих учнів (студентів). Дана функція буде корисною під час організації групової роботи з класом чи академічною групою студентів. Також слід зазначити, про досить зручний спосіб переключення між групами (мікрогрупами). Для цього користувачу не потрібно організовувати дзвінок, достатньо лише натиснути на назву відповідної групи. Автоматично месенджер перемикається на відповідну аудиторію користувачів (при цьому додаткових дій не передбачено).

Окремі особливості Discord — це: на сервері може знаходитись не більш ніж 500 каналів та 250 ролей (прав доступу), максимальний розмір файлу для передачі — 8 Мб, обмеження для серверу — одночасна робота не більш ніж 250000 користувачів.

Окремого дослідження вимагає той факт, чи можна назвати месенджер Discord хмарним [25], оскільки в офіційних документах та заявах про оновлення інструментарію нічого про це не вказано. Наразі наявна можливість роботи лише у браузері (з офіційного сайту: <https://discord.com/>) не встановлюючи Discord на пристрій. Проте, це скоріше говорить про веб-орієнтованість месенджеру. Якщо ж звернутись до офіційних документів із сайту (<https://discord.com/>), то окремим пунктом зазначена можливість використання хмари задля збереження матеріалів великого розміру та подальшого використання групою користувачів (не зрозуміло чи доступна дана функція для безкоштовного використання). Однак, слід сказати про інтеграцію Discord із хмарним сервісом CoCalc. Подібна інтеграція є досить вдалою, оскільки розширює можливості використання хмарного сервісу, що і так є досить потужним. CoCalc — це хмарний сервіс для виконання математичних обчислень групою користувачів та широкими можливостями організації спільної роботи. Використання в середовищі CoCalc інструментарію Discord розширить спілкування користувачів у рамках виконання одного спільного проєкту та надасть доступ до голосових каналів, можливості демонструвати екран іншим користувачам у реальному часі.

Отже, можна сказати, що месенджер Discord має певні переваги перед додатками для відеоконференцій. Програмний продукт досить простий у використанні та не потребує у роботі потужних пристроїв. Окрім цього, можна вважати за перевагу, можливість роботи в браузері без попереднього встановлення месенджера. Подальшим напрямком досліджень стане аналіз інтеграції Discord з іншими програмними продуктами та використання його в хмаро орієнтованих системах.

Європейська хмара відкритої науки

У Європі концепція відкритої науки реалізується через Європейську хмару відкритої науки (EOSC). EOSC — це віртуальне середовище (міждисциплінарне та міжгалузеве) з відкритими та загальнодоступними сервісами зберігання, управління, аналізу та повторного використання даних досліджень, що об'єднує існуючі наукові інфраструктури держав-членів ЄС [174]. Проте, в Україні з концепцією відкритої науки знайома лише невелика частина освітян (Рис. 3.5).

Ви знайомі з концепцією відкритої науки?

229 ответов

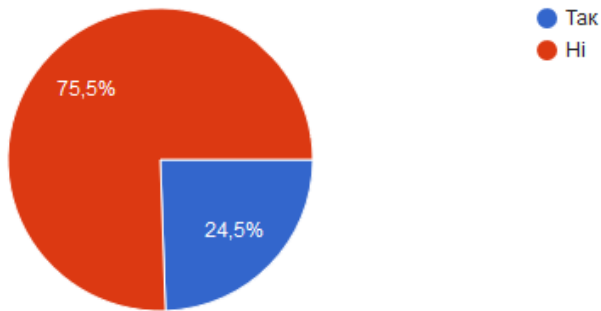


Рис. 3.5. Обізнаність освітян з концепцією відкритої науки

Про хмару відкритої науки взагалі знають лише 22,7% (Рис. 6) опитаних (229 респондентів).

Чи Ви знаєте що таке хмара відкритої науки?

229 ответов

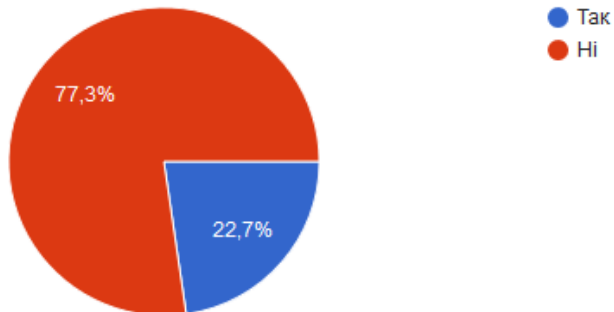


Рис. 3.6. Обізнаність освітян про хмару відкритої науки

14 березня 2018 року було прийнято Дорожню карту впровадження Європейської хмари відкритої науки [154]. У цьому документі запропонована модель основних напрямків діяльності задля подальшого впровадження EOOSC. Модель описує загальноєвропейську федерацію інфраструктур даних, побудовану навколо ядра, що забезпечує доступ до широкого спектру

послуг та фінансуються державою, надаються на національному, регіональному та інституційному рівнях, та до додаткових комерційних послуг. Модель включає шість блоків основних напрямків діяльності: архітектура, дані, послуги, доступ та інтерфейси, правила, управління.

Категорії сервісів хмари відкритої науки наступні: мережа, комп'ютери, зберігання, обмін і доступ, управління даними, обробка й аналіз, безпека й операції, навчання і підтримка.

Класифікація сервісів хмари відкритої науки (за галузями науки): міжпредметні, гуманітарні науки, соціальні науки, природничі науки, техніка та технології, медичні науки, сільськогосподарські науки, підтримка діяльності та інші.

Для того, щоб розпочати роботу з EOSC, потрібна реєстрація на порталі. За такої умови слід зазначити, що хоча й спеціалізованих сервісів досить мало, проте цей список постійно оновлюється, доповнюється. До хмари відкритої науки можливе включення (інтеграція) будь-якого сервісу з відкритим кодом. Тому не можна сказати, що цей список фіксований та незмінний. Наразі зі списку інструментів можна обирати відповідний перелік сервісів індивідуально сформований для подальшої роботи окремого користувача. Після першої авторизації користувач зможе лише подати заявку на включення до свого акаунту того чи іншого сервісу. В подальшому, можна продовжити роботу з ним. Кожен сервіс додають до власного проєкту, тому попередньо слід зареєструвати проєкт, а вже потім розпочати роботу з сервісами (Рис. 3.7).

Training

Created at 1.10.2019 — Representing a research community —
Institute of Information Technologies and Learning Tools of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine

EDIT

DUPLICATE

SERVICES	PROJECT DETAILS	CONTACT WITH PROJECT SUPPORT
PRACE Seasonal Schools and International Summer School		Visit website
EGI Notebooks		●
Dynamic On Demand Analysis Service (DODAS Portal)		⚙
EGI Training infrastructure		●
Infrastructure Manager (IM)		Visit website

Рис. 3.7. Загальний вигляд проєкту та перелік його сервісів

Таким чином, Європейська хмара відкритої науки (EOSC) — це платформа, яка об'єднує науково-дослідницькі інфраструктури Європи (включаючи електронні інфраструктури, проекти та колективи науковців) 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) у власних дослідженнях;
- 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.

EOSC може запропонувати п'ять основних видів послуг дослідникам та освітянам. Хоча в даний час такі послуги надаються певним науковим спільнотам, вони обмежені або переліком дисциплін, або національними кордонами. EOSC зробить їх доступними незалежно від національних кордонів. Це послуги:

1. Унікальна послуга ідентифікації та аутентифікації, система доступу та система маршрутизації до ресурсів EOSC.
2. Захищене та персоналізоване робоче середовище / простір (наприклад, журнал обліку, налаштування, запис відповідності та проблеми, що вирішуються).
3. Доступ до відповідної інформації про послуги (стан EOSC, перелік об'єднаних інфраструктур даних, інформація, що стосується політики, опис рамки відповідності) та до конкретних вказівок (як зробити FAIR даних, сертифікувати сховище чи послугу, придбати спільні послуги).
4. Послуги з пошуку, доступу, повторного використання та аналізу даних, що генеруються іншими, доступні за допомогою відповідних каталогів наборів даних та служб передачі даних (наприклад, аналітика, синтез, видобуток, обробка).
5. Послуги, щоб зробити власні дані справедливими, щоб зберігати і забезпечувати довготривале збереження.

EOSC містить у своїй структурі як інструменти для спільної роботи, так і спеціальні сервіси для використання в межах окремих галузей науки. Оскільки Європейська хмара відкритої науки була створена в першу чергу для науковців, то шляхи застосування її компонентів у освітньому процесі наступні:

-
- гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною для організації навчального процесу як установи, так і окремих її структурних підрозділів;
 - можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків;
 - одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля подальшої співпраці (коллаборації).

Структура OpenAIRE

OpenAIRE — це соціально-технічна мережа, яка підтримує, прискорює та контролює реалізацію політики відкритої науки (Open Science), включаючи відкритий доступ до публікацій та даних про дослідження, що спираються на мережу постачальників контенту, таких як сховища наукової літератури, журнали та сховища даних.

OpenAIRE зарекомендувала себе як ключова та стабільна інфраструктура для відкритого доступу до публікацій у Європі та за її межами, поступово забезпечуючи доступ до наборів даних, програмного забезпечення та інших дослідницьких артефактів. Із самого початку у межах платформи OpenAIRE було розроблено інтуїтивно зрозумілий дизайн, а поточний портфель послуг (що охоплює всі шари електронної інфраструктури) орієнтовано на різних користувачів: на дослідників, викладачів, учителів та інших постачальників контенту освітніх та дослідницьких спільнот. Нині ця інфраструктура входить до Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC).

Існує безліч безкоштовних ресурсів для обміну даними та матеріалами. Єдина ціна для користувачів — це час, витрачений на навчання, як їх використовувати та інтегрувати у свої дослідницькі практики (McBee, Makel, Peters&Matthews, 2017). Наприклад, на базовому рівні спільні онлайн акаунти через такі програми, як Google Drive та Google Documents можуть використовуватися для обміну матеріалами серед співавторів, а також для оприлюднення цього процесу. Figshare дозволяє обмінюватися даними, малюнками і навіть цілими рукописами. Github сприяє розповсюдженню та обміну відкритим кодом, спільній роботі з ним, яким можна ділитися на початку розробки або після її завершення.

OpenAIRE тісно співпрацює з існуючими науково-дослідними інфраструктурами та науково-дослідними спільнотами, щоб розширити свій портфель послуг, запровадивши два нові сервіси, що реалізують концепцію «Відкрита наука як послуга»: Інформаційна панель дослідницької спільноти та Брокерська служба Catch-All.

OpenAIRE-Advance, нова фаза інфраструктури OpenAIRE, продовжує місію OpenAIRE підтримувати ідею відкритого доступу та відкритих даних. Підтримуючи існуючу інфраструктуру, що складається з користувацької мережі та технічних служб, вона консолідує зусилля, спрямовані на те, щоб зорієнтувати громаду у напрямку пріоритетів відкритої науки, прагнучи стати надійною електронною інфраструктурою в царинах Європейської хмари відкритої науки.

OpenAIRE розвиває соціальні та технічні зв'язки, що надають додаткові переваги відкритій науці в Європі та за її межами. OpenAIRE — європейська ініціатива щодо інфраструктури відкритого доступу для досліджень у Європі, яка підтримує відкриту наукову комунікацію та відкриту науку і доступ до результатів досліджень європейських проєктів, що фінансуються. OpenAIRE збирає контент із мережі інституційних та дисциплінарних сховищ по всій Європі та за її межами. Загальний портал надає доступ до заготовлених видань з відкритим доступом, науково-освітніх публікацій, що фінансуються ЄС, та наборів даних, зареєстрованих у понад 1000 постачальників контенту. Ця велика колекція дозволяє OpenAIRE збагачувати зібраний набір даних у цілому та надавати такі послуги, як публікації проєктів та списки наборів даних, інструменти моніторингу проєктів для зберігання, статистики використання та обміну збагаченими даними. OpenAIRE будує всеосяжну інфраструктуру, яка охоплює всі типи наукових результатів і у ній створено потужності для збирання, накопичення та зберігання метаданих наукових досліджень. Підтримуються перехресні посилання від публікацій до схем даних та фінансування. Такий взаємозв'язок об'єктів дослідження впливає на оптимізацію цього процесу, що дозволяє обмінюватися, збагачувати та повторно використовувати дані. Інфраструктура OpenAIRE реалізує політику відкритої науки (Open Science), надає набір послуг для її впровадження у щоденні робочі процеси менеджерів репозитаріїв, керівників досліджень, дослідників, викладачів та вчителів.

Інфраструктура OpenAIRE

Інфраструктура OpenAIRE збирає записи метаданих із різних джерел даних (журнали, сховища літератури, фундатори, сховища даних) та отримує з них об'єкти та зв'язки, які формують графік інформаційного простору OpenAIRE. Наукові колективи, які надають матеріали OpenAIRE та зацікавлені в розширенні своїх локальних колекцій, користуються цим графіком різними способами. Особливо це стосується інституційних сховищ, завданням яких є створення повного зібрання наукових публікацій своїх афілійованих авторів. Перевага збагачення даних, що надається на графіку інформаційного простору, полягає в тому, що всі статті асоційо-

ваних авторів можуть бути доступними у їхніх інституційних колекціях, а метадані є максимально повними та оновленими. Служба літературного брокера OpenAIRE — це інструмент, що працює над інформаційним графіком OpenAIRE і підтримує адміністрування сховищ за допомогою веб-панелі інструментів. На інформаційній панелі менеджери сховищ можуть отримувати сповіщення про оновлення та доповнення, що стосуються їх сховища, що з'являються на графіку інформаційного простору OpenAIRE. Повідомлення OpenAIRE Literature Broker допоможуть менеджерам сховищ дізнатись про об'єкти публікацій в OpenAIRE, які не відображаються у їх колекції, але можуть належати до неї, та знати про додаткові властивості чи зв'язки, що стосуються об'єктів публікацій у їх колекції.

Сервісу OpenAIRE на підтримку Open Science as-a-Service (Príncipe, 2018)

Ефективне впровадження Open Science вимагає створення екосистеми наукової комунікації, здатної забезпечити прозорість та відтворюваність «Принципи публікації відкритих наук». Така екосистема повинна забезпечувати інструменти, політику та довіру, необхідні вченим для обміну / взаємозв'язку (для «відкриття» та «прозорої оцінки») та повторного використання (для «відтворюваності») всіх науково-дослідних продуктів, вироблених під час наукового процесу, наприклад, література, дані про дослідження, методи, програмне забезпечення, робочі процеси, протоколи тощо. OpenAIRE сприяє відкритій науці, втілюючи свої видавничі принципи по всій Європі та науково-дослідних спільнотах з метою надання дослідницькій інфраструктурі (RI) послуг, необхідних для життєвого циклу досліджень.

OpenAIRE сприяє створенню надійних та довготривалих IP, компенсуючи відсутність рішень для публікації та надаючи підтримку, необхідну RI для модернізації існуючих рішень для задоволення потреб видавничої роботи в Open Science (наприклад, технічні рекомендації, кращі практики). З цією метою OpenAIRE тісно співпрацює з існуючими RI, щоб розширити свій портфель послуг, ввівши два нові сервіси, що реалізують концепцію «Відкрита наука як послуга» (OSaaS) (Príncipe, 2018):

1. Інформаційна панель дослідницької спільноти. Завдяки своїй функціональності науковці та вчителі можуть: знайти інструменти для публікації всіх своїх дослідницьких продуктів, таких як література, набори даних, програмне забезпечення, дослідницькі пакети тощо (надайте метадані, отримайте DOI та забезпечте збереження файлів); взаємозв'язок таких виробів вручну або шляхом використання останніх наукових методів; інтегрувати свої служби для автоматич-

ної публікації метаданих та / або корисного навантаження об'єктів у OpenAIRE.

Як наслідок, користувачі заповнюють та отримують доступ до інформаційного простору взаємопов'язаних об'єктів, присвячених їх RI, завдяки яким вони можуть ділитися будь-якими видами продуктів у своєму співтоваристві, максимізувати повторне використання та відтворюваність науки та широко сприяти науковому спілкуванню.

2. Служба брокерів Catch-All. Завдяки функціональності джерела даних, такі як інституційні сховища, сховища даних, сховища програмного забезпечення, можуть отримувати повідомлення про записи метаданих щодо продуктів (набори даних, статей, програмного забезпечення, пакетів досліджень), які «цікавлять їх», тобто записів метаданих, які повинні бути у джерелі даних або «пов'язаний з ними», тобто існує науковий зв'язок між одним із продуктів джерела даних та ідентифікованим продуктом. Повідомлення надсилаються лише до підписаних джерел даних за схемою підписки та сповіщень і можуть бути доставлені поштою, інтерфейсами кінцевих користувачів OAI-PMH або, на даний момент під час дослідження, через API (наприклад, протокол SWORD), FTP та ResourceSync. Ідея цієї служби полягає у поширенні та відстоюванні принципу, згідно з яким джерела даних про наукове спілкування не є пасивним компонентом екосистеми наукових комунікацій, а є її активною та інтерактивною частиною. Це не тематичні сервіси, а скоріше як вузли продуктів, що семантично взаємопов'язані з будь-якими видами дослідницьких результатів, загалом з дослідницькою екосистемою.

OpenAIRE Advance

Розробники OpenAIRE-Advance2020 працюють над тим, щоб відкрити науку у Європі, перетворити систему наукових комунікацій на відкриту та прозору, що є практичною реалізацією в Європейській хмарі відкритої науки (EOSC). У найближчі три роки OpenAIRE працюватиме за такими напрямками (Príncipe, 2018):

1. Консолідація та розширення послуг: портфоліо послуг OpenAIRE, буде оновлено для задоволення потреб кінцевих користувачів. Через набір інформаційних панелей, орієнтованих на всіх користувачів, що беруть участь у дослідницькому ланцюжку, OpenAIRE безперешкодно з'єднає всі дослідницькі артефакти.
2. Розширення можливостей загальноєвропейської служби технічної допомоги з питань відкритої науки: національні дошки відкритого доступу будуть розширені повноваженнями для збільшення своєї національної присутності та розвитку потенціалу на місцевому рів-

ні, щоб стати ключовою частиною відкритої науки в національних умовах.

3. Посилити використання науково-дослідницької спільноти відкритої науки: співпраця з трьома національними вузлами дослідницької інфраструктури (Elixir-GR, EPOS-IT, DARIAH-DE) OpenAIRE побудує мости до ключових спільнот за допомогою підходу відкритої науки як послуги.
4. Сприяти новим змінам у ландшафті наукових комунікацій: орієнтація на сховища як на фундамент глобально мережевої та розповсюдженої відкритої наукової інфраструктури, OpenAIRE буде підтримувати розробку сховищ нового покоління з новими функціоналами та новими технологіями.
5. Створить глобальну мережу відкритих наукових досліджень: співпраця з партнерами по всьому світу (Латинська Америка, Японія, США, Канада, Африка) OpenAIRE спрямована на узгодження політики, практики та служб для справді глобальних та сумісних наукових спільнот.

CoCalc як один зі можливих складників хмари відкритої науки

Нові технології, інформаційно-комунікаційні мережі створюють підстави для реалізації цілісного підходу до освіти та підготовки кадрів (Shyshkina, 2013). Цілісний підхід фокусується на об'єднанні науки і практики, навчання і виробництва, фундаментальних та прикладних знань, технологічних компетентностей. Насамперед він спрямований на розвиток навичок управління в галузі освіти, які повинні бути засновані на об'єднаному підході до навчання, проектування та управління. Це — перспективний напрям для розвитку кадрового потенціалу системи освіти. Тому для організації та розвитку середовища навчання і підготовки кваліфікованих педагогічних кадрів необхідні нові підходи і моделі.

Існує проблема доступності способів навчання та постачання ресурсів для досягнення кращого педагогічного ефекту їх використання. Ця проблема може бути частково вирішена завдяки використанню обчислювальних потужностей у хмарі. Основною перевагою даної технології є покращення доступу до якісних ресурсів.

Для того, щоб обрати хмарний сервіс, можна скористатись такими критеріями добору (Cabrera-Granado, Calderón, Maestre&Domínguez-Adame, 2015): порівняти обчислювальні ресурси, обсяг даних, який може обчислювати хмарний сервіс; наявність інструментів для організації навчання та його контролю; можливість збільшення обчислювальних ресурсів за невелику оплату, порівняння тарифних планів; відкритість програмного коду, можливість встановлення власних налаштувань та додатків, окрім

тих, що передбачені за замовчуванням; можливість спільного редагування, одночасної роботи над одним проектом групи студентів, ресурсів різних форматів.

Ідея створення CoCalc належить професору математики університету Вашингтона Вільяму Стейну. Більшість серверів розташовано в США на території університету Вашингтона.

Принцип роботи в CoCalc побудовано на створенні індивідуальних або групових проектів, наповненні їх навчальними ресурсами та роботі з окремими ресурсами чи групою ресурсів одночасно. Також у системі передбачено збереження дій користувачів, що відображається у хронологічному порядку. Можлива функція відображення історії роботи з окремим навчальним ресурсом (чи проектом) як певного користувача, так і групи користувачів. Внесення певних змін до кожного проекту призводить до резервного копіювання структури самого проекту. Усі копії зберігаються у хронологічному порядку із зазначенням автора змін. Напрями використання CoCalc у навчанні вчителів математики є такими (Шишкіна, Шокалюк&Попель, 2016):

- організація навчальної комунікації;
- підтримування індивідуальних та групових форм організації навчальної діяльності (аудиторна та позааудиторна);
- підтримування управління навчанням;
- забезпечення наочності шляхом побудови різних інтерпретацій математичних моделей, візуалізації математичних абстракцій тощо;
- забезпечення доступності та науковості завдяки використанню спільного інтерфейсу доступу до об'єктів середовища та надійного програмного забезпечення з відкритим кодом;
- підвищення часової та просторової мобільності;
- формування єдиного навчального середовища, зміст якого розвивається у процесі навчання.

Враховуючи вищезазначені переваги хмарних сервісів у навчанні математичних дисциплін, а також перспективи впровадження у навчальний процес хмарного сервісу CoCalc, що є вільнопоширеним, на відміну від більшості різновидів математичного програмного забезпечення інших виробників, і в той же час досить потужним, щоб забезпечувати досягнення цілей навчального процесу, застосування цієї системи було обрано предметом експериментального дослідження. Експериментально підтверджено, що рівень сформованості професійних компетентностей майбутніх учителів математики буде вищим, якщо у процес навчання педагогічно обґрунтовано запроваджувати розроблену методику вико-

ристання хмарного сервісу CoCalc (Попель, 2018). Пропонуємо включити цей засіб як складник у процес наукової освіти вчителів, для цього і виявили його місце у системі хмари відкритої науки, у парадигмі відкритої науки. Отже, за умови використання хмарного сервісу поліпшаться показники наукових досліджень, освітній процес стане більш відкритим, наближеним до потреб людини, більш насиченим та актуальним змістом.

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

Запровадження хмарних платформ і сервісів у 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 проектів. Методи і підходи відкритої науки справляють значний вплив на освітній процес, зокрема, освіту вчителя. 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 та платформи OpenAIRE.

Для впровадження систем відкритої науки у процес підготовки вчителів необхідно формування методичних систем їх використання, зокрема, хмаро орієнтованих. Задля розроблення моделей підготовки фахівців за основу доречно взяти основні види діяльності науковця та вчителя. Унаслідок аналізу основних видів діяльності науковця та вчителя були визначені спільні, серед яких: підготовка рукописів статей, тез доповідей; участь у масових науково-практичних заходах; впровадження методик; науково-інформаційна діяльність та підвищення кваліфікації.

Як показали проведені опитування про відкриту науку та про Європейську хмару відкритої науки знають майже чверть опитаних респондентів (229). Це свідчить про те, що ідеї відкритої науки ще не набули достатнього поширення не лише в наукових колах, але й в освіті. Натомість, сервіси відкритої науки мають значний потенціал їх використання в освіті, зокрема у підготовці вчителів до роботи в наукових ліцеях. Адже, враховуючи відповідну специфіку роботи у науковому ліцеї, вчитель має не лише добре володіти матеріалом та сучасними методиками, але й

керувати науково-дослідною діяльністю учнів, зокрема з використанням сучасних комп'ютерних технологій. Подібна діяльність тісно пов'язана з організацією та проведенням проектної роботи, зокрема групи учнів. Для цього учитель наукового ліцею має бути здатним виконати добір сервісів на кожному етапі проведення науково-дослідної діяльності кожного учня чи групи учнів. Тому використання сервісів відкритої науки є вкрай необхідним.

Охарактеризовано основні риси парадигми відкритої науки. Окреслено загальну структуру наукової дослідницької інфраструктури OpenAIRE. Досліджено місце CoCalc у хмарі відкритої науки. У дослідженні визначені та роз'яснені основні проблеми, пов'язані із застосуванням відкритих наукових практик, визначено їх місце у науковій освіті вчителя.

Варто взяти до уваги тенденції вдосконалення засобів ІКТ під час пошуку нових технічних рішень і нових технологічних, педагогічних та організаційних моделей організації освітньо-наукового середовища. Основний акцент поставлено на перехід від масового впровадження окремих програмних продуктів, до комплексного та комбінованого середовища, яке підтримує крос-платформні рішення.

Отже, численні питання щодо ефективності та легітимності відкритої науки все ще існують. Крім того, хоча науковці знають, що відкрита наукова практика існує, багато дослідників часто не компетентні в її впровадженні. OpenAIRE постає у цьому контексті як ключова та стабільна інфраструктура для роботи з публікаціями з відкритим доступом у Європі, що поступово відкриває доступ до наборів даних, програмного забезпечення та інших дослідницьких артефактів. Із самого початку розробники OpenAIRE створили дизайн, орієнтований на послуги, щоб залучити всі зацікавлені сторони, а поточний портфель послуг (що охоплює всі шари електронної інфраструктури) орієнтується на різних користувачів, а саме на дослідників, постачальників даних, фінансові структури та громадськість. Служби для менеджерів сховищ, науково-дослідницьких спільнот та фінансування, є серед найбільш релевантних сервісів. OpenAIREAdvance, починаючи з січня 2018 року, продовжує місію OpenAIRE щодо підтримки мандатів на відкритий доступ та відкриті дані в Європі, спираючись на децентралізовану мережу постачальників змісту. Підтримуючи існуючу інфраструктуру, що складається з мережі науковців та технічних служб, вона консолідує зусилля, працюючи над тим, щоб зорієнтувати дослідників на «Відкриту науку», що стане надійною електронною інфраструктурою в царинах Європейської хмари відкритої науки.

Застосування хмарних сервісів призводить до появи та розвитку форм організації навчання, орієнтованих на спільну навчальну діяльність у мережі Інтернет. Хмарні сервіси у навчанні учителів математики доцільно використовувати як засоби для (Шишкіна&Попель, 2016): комунікації; співпраці; зберігання та опрацювання даних, що і стане предметом подальших досліджень. Ми 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.

З урахуванням окресленої проблеми (проєктування методик та методичних систем підготовки вчителів природничо-математичних предметів до використання компонентів і сервісів систем відкритої науки у навчальному процесі, зокрема, у науковому ліцеї) виконане дослідження охоплює лише огляд сучасного стану та перспективи використання систем відкритої науки в освітньому процесі; визначення основних типів сервісів і перспективи їх використання; обґрунтування засад проєктування методичних систем підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Проте, подальшим кроком буде проєктування методик та методичних систем підготовки вчителів природничо-математичних предметів до використання компонентів і сервісів систем відкритої науки у навчальному процесі.

3.5. АДАПТИВНІ Й АСИСТИВНІ СЕРВІСИ ПІДТРИМКИ НАВЧАННЯ ОСІБ З ОСОБЛИВОСТЯМИ ПСИХОФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ

Окремою підгрупою адаптивних технологій закордонні дослідники розглядають *асистивні технології* (від англ. assistive — допоміжний). У загальному сенсі це — технології, застосування яких забезпечує підтримку окремих видів діяльності для осіб з особливостями психофізичного розвитку (ОПФР) [225]. Асистивні технології (АСТ) являють собою широкий спектр інструментів, стратегій та послуг, що відповідають індивідуальним потребам, можливостям і завданням людини, та включають оцінку потреб індивіда з ОПФР, функціональну оцінку середовища, в якому він/вона перебуває, а також відбір, проєктування, налаштування, адаптування, застосування, технічне обслуговування, ремонт та/чи заміну сервісів АСТ, їхнє координування з освітніми та реабілітаційними планами і програмами для всебічного розвитку і повноцінної інклюзії (рис. 3.8).

У результаті педагогічно доцільного впровадження АСТ в освітній процес інклюзивних класів/груп учні/студенти отримують можливості

виконувати навчальні завдання з більшим ступенем незалежності, докладаючи менше зайвих зусиль. У Таблиці 3.2 узагальнено засоби АСТ, рекомендовані для підтримки різних видів навчальної діяльності.

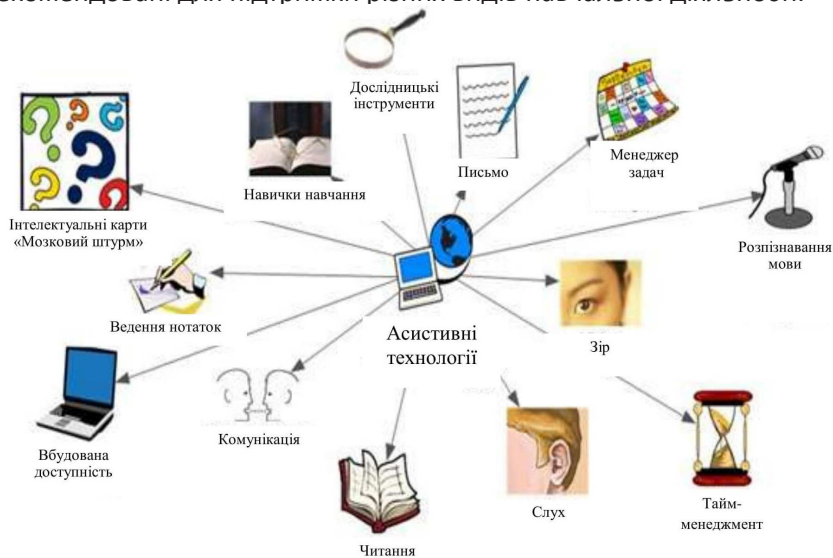


Рис. 3.8. АСТ підтримки різних видів діяльності

Таблиця 3.2.

Приклади використання АСТ в інклюзивному навчанні

Сфера застосування	Засоби АСТ	Доцільність застосування в інклюзивному класі/групі
Читання	Електронні книги, аудіо-книги, сервіси інтелектуального вводу тексту тощо.	Для учнів/студентів, які мають труднощі з читанням і розумінням написаного тексту.
Письмо	Шаблони, текстові процесори і редактори, сервіси перевірки орфографії та граматики, адаптовані документи тощо.	Для учнів/студентів, які мають труднощі з письмом і граматикою.
Бачення	Екранна лупа, екранний програвач (сервіс озвучування даних з екрану), записи лекцій/уроків тощо.	Для учнів/студентів з порушеннями зору.

Слухання	Слухові пристрої, сигнальні пристрої, субтитри тощо.	Для учнів/студентів з порушеннями слуху.
Доступ до комп'ютера	Функції предиктивного набору тексту, альтернативні клавіатури, електронно-оптичні маніпулятори, системи розпізнавання голосу тощо.	Для учнів/студентів, які мають труднощі з використанням комп'ютера у звичний спосіб та мають труднощі з виконанням навчальних завдань.
Альтернативна комунікація	Засоби з функцією синтезу мовлення для друку, комунікаційні панелі, технології відслідковування погляду, пристрої голосового введення тощо.	Для учнів/студентів, які мають проблеми з розумінням мовлення та/або вираженням власних думок, затримку розвитку мовлення.
Специфічні сфери, що ускладнюють навчання тощо	Сервіси озвучування тексту, сервіси «підсвічування» тексту, калькулятори, електронні органайзери, електронні «стікери»-пам'ятки (наприклад, Google Keep), сервіси перевірки правопису, електронні записники і щоденники тощо.	Для учнів/студентів, які мають проблеми з читанням, письмом, лічбою, концентрацією уваги: дислексія, дисграфія, дискалькулія, гіперактивність, дефіцит уваги, низька координація «руки-очі» тощо.

Серед основних вимог до АСТ варто відзначити [136; 223]:

1. Відповідність потребам користувачів. АСТ мають бути сумісними із завданнями, що стоять перед користувачем, його/її емоційними потребами, способом життя, місцевою культурою. Ці пристрої повинні бути зручними і простими у застосуванні, безпечними, стійкими до збоїв і поломок.
2. Доступна вартість та легкість придбання. Доступна ціна АСТ повинна бути серед пріоритетів під час розробки, оскільки чимало осіб з ОПФР мають невисокий рівень статків. Урядові і громадські організації також доцільно залучати до придбання таких пристроїв для подальшого надання їх у користування на безкоштовній основі або за зниженими ставками. Під час проектування АСТ важливо мінімізувати ризики збоїв і поломок, щоб упередити витрати на їх обслуговування й ремонтування, забезпечити надійне функціонування, тривалий термін експлуатації.
3. Простота використання. Інструкція з експлуатації АСТ має бути доступна і зрозуміла для кожного користувача, який не має належної технічної підготовки. Користування ними не повинно передбачати

попередню підготовку, формування додаткових навичок чи ін. АСТ також мають бути портативними, легкими.

Серед провідних вендорів програмного забезпечення варто відзначити Knewton, що окрім якісної адаптивної платформи навчання пропонує також низку асистивних сервісів для спрощення й урізноманітнення доступу різних категорій населення до освітніх послуг. Серед АСТ, що наразі інтегровані у платформу Knewton, варто відзначити такі:

- *«зчитувачі» екрану* (наприклад, JAWS) — для незрячих користувачів або користувачів зі зниженим зором зазвичай використовуються програми екранного доступу, що можуть зчитувати текстову інформацію, використовуючи останні версії Internet Explorer і Chrome;
- *інструменти для збільшення тексту і зображень, типу «лупа»* (наприклад, ZoomText) — користувачам, які мають порушення зору. Зазвичай використовують екранні лупи, що можуть покращити візуальне сприйняття відтвореного тексту та зображень, за допомогою останніх версій Internet Explorer та Chrome;
- *послідовний порядок сторінки та навігація з клавіатури* — для користувачів з ОПФР, яким зручніше використовувати клавіатуру як альтернативу миші, розробки Knewton дають таку можливість для відвідування більшості посилань, активації кнопок та елементів управління;
- *приховані субтитри* — для користувачів із вадами слуху приховані субтитри супроводжують всі навчальні відео на Knewton;
- *елементи екрану, оснащені текстовими підказками* — для користувачів із порушеннями зору всі веб-сторінки містять відповідні описи піктограм та нетекстових елементів для «зчитування» з екрану (в т.ч. для екранного доступу з використанням програм інших вендорів);
- *текстовий опис та описові стенограми* — для незрячих користувачів запроваджено доступний альтернативний вербалізований текстовий опис контенту, зокрема ґрунтовний опис для всіх статичних зображень у продуктах Knewton, що переслідують навчальні цілі. Для користувачів із вадами зору та слуху на всіх відео передбачені описові стенограми, що повною мірою відображають педагогічний вміст навчальних відео;
- *елементи екрану з контрастністю, що сприяє кращій доступності змісту* — Knewton відображає всі текстові елементи у відповідному контрастному співвідношенні (4,5:1 або більше) для поліпшення сприйняття користувачами з дефіцитом кольорового зору;

-
- *сумісність із засобами розпізнавання мовлення* (наприклад, Dragon) — для користувачів із порушеннями моторних функцій, зниженим зором або незрячих, зниженим слухом або його відсутністю, Knewton широко використовує програмне забезпечення сторонніх розробників для розпізнавання мовлення, управління клавіатурою та мишею за допомогою голосових команд.

Серед розробок, запровадження яких анонсовано Knewton у найближчий час, варто відзначити:

- *послідовний порядок сторінки та навігація з клавіатури* — компанія працює над тим, щоби можна було безперешкодно користуватися платформою лише за допомогою клавіатури (без застосування миші) зокрема працюючи з усіма посиланнями, зображеннями, кнопками, спливаючими підказками і т.ін.;
- *додаткова підтримка інструментів JAWS та ZoomText для різних браузерів* — компанія працює над тим, щоби більш широко інтегрувати інструменти сторонніх розробників, які на даний момент підтримуються браузерами Chrome та Internet Explorer, а в перспективі стануть сумісними і з Mozilla Firefox, Safari, Edge та ін.;
- *зворотній зв'язок з користувачами* — компанія працює з іншими вендорами, щоби зробити опції зворотного зв'язку доступними для всіх користувачів, у т.ч. з використанням АСТ [115].

Ефективність запровадження АСТ визначається їх фактичним застосуванням, доступністю для користувачів, ступенем задоволення останніх. Важливо забезпечити, щоби такі засоби розроблялися з урахуванням конкретних потреб осіб з ОПФР, були недорогими (доступними) у створенні, придбанні та обслуговуванні, прості, надійні та якісні у використанні, що можна досягти шляхом залучення потенційних користувачів на різних етапах проектування і розробки.

РОЗДІЛ IV

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

4.1. ЕТАПИ ПРОЄКТУВАННЯ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Із появою нових закладів спеціалізованої освіти (наприклад, наукових ліцеїв) постає питання щодо готовності вчителів природничо-математичних предметів до роботи в подібних закладах освіти. У зв'язку з цим існує проблема зміни змісту та організації курсів підвищення кваліфікації та перепідготовки вчителів природничо-математичних предметів. Існує необхідність, зокрема, проєктування системи підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї.

Науковці вже достатньо дослідили проєктування як педагогічну проблему. Було з'ясовано, що педагогічне проєктування можна розглядати в широкому та вузькому розумінні. Окрім цього, найбільш вагомими підходами вважаються: проєктування, як перспективне планування (розгорнуте) та проєктування власне навчального процесу [108]. Проєктування ж хмаро орієнтованої системи, буде відрізнитись тим, що попередньо слід детально дослідити еволюцію формування і розвитку хмаро орієнтованих систем, сучасний стан розвитку і використання хмаро орієнтованих систем та концептуальні засади і принципи використання хмаро орієнтованих систем у педагогічних системах навчання.

М.П. Шишкіна у проведеному дослідженні [100] чітко окреслює етап пілотного проєктування та етап широкого впровадження. Водночас етап пілотного проєктування охоплює експериментальну перевірку дослідного зразка, пілотне впровадження та визначається ефективність методик, визначаються складники необхідних ресурсів. За такої умови

науковець окремо наводить етапи пілотного проектування [100]: цільовий, структурно-функціональний, ресурсний та результативний. Пілотне проектування завершується аналізом результатів, щоб скорегувати окремі складники хмаро орієнтованої системи (дослідного зразка) та розпочинається етап широкого впровадження. Даний етап повністю базується на результатах, одержаних на етапі пілотного проектування та враховує усі виявлені закономірності та характеристики хмаро орієнтованої системи. Дані властивості в подальшому узагальнюються під час широкого впровадження.

С.Г. Литвинова у своєму дослідженні [48] наводить сім основних етапів проектування: проблемно-освітній; змістово-цільовий; концептуальний; компонентно-оцінювальний; проектно-моделювальний; експериментально-корекційний; оцінювально-узагальнювальний. За такої умови науковець попередньо аналізує саме поняття дидактичного проектування та зазначає, що наразі не існує єдиного переліку етапів проектування. Кожен науковець, у залежності від поставленої мети проектування, визначає свою кількість етапів та уточнює їх зміст.

Процедура проектування хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики, представлена Т.А. Вакалюк [17], складається із семи етапів: аналіз, формулювання проблеми, формулювання вимог до хмаро орієнтованого навчального середовища, моделювання хмаро орієнтованого навчального середовища, розробка хмаро орієнтованого навчального середовища, використання у навчальному процесі, перевірка ефективності, впровадження.

Якщо узагальнити усі проведені дослідження, то можна сказати, що класичними етапами проектування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї є: аналіз досліджуваної проблеми, формулювання мети проектування (задач, гіпотези, плану), побудова дослідного зразка, випробування дослідного зразка (хмаро орієнтованої системи), аналіз результатів випробування, корегування складників дослідного зразка в залежності з проведенням аналізом та широке впровадження спроектованої системи.

Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

На жаль, традиційна система навчання робить акцент на результатах навчання. Результати можуть включати цілий спектр знань, умінь та навичок учнів. Для отримання бажаних результатів, навчальні компоненти та заходи повинні бути добре організовані, сплановані

та постійно вдосконалюватися. Для досягнення цих результатів курс повинен відповідати визначеним навчальним цілям програми. Щоб переорієнтувати акцент від загальноприйнятого підходу до подальшого вдосконалення освіти, результати навчання можуть виступати засобом для вимірювання навчальної здатності учнів. Отже, основна мета вчителів природничо-математичних предметів під час роботи в науковому ліцеї полягає в набутті та удосконаленні навичок учнів за допомогою використання ефективних методик навчання під час підготовки навчальних курсів [140].

Вчителі природничо-математичних предметів, що в подальшому будуть працювати в науковому ліцеї, мають орієнтуватись на самостійно-пізнавальну діяльність ліцеїстів, оскільки ця діяльність відмінна від самостійної роботи. Дана діяльність можлива лише за рахунок ретельно спланованої навчальної діяльності на занятті. Самостійно-пізнавальна діяльність можлива не лише на занятті, але й дистанційно та може бути зорієнтована на самостійну підготовку до наступного заняття [107]. Тобто під час проектування хмаро орієнтованої системи слід враховувати наявний інструментарій та специфічність хмарних сервісів, що допоможуть організувати та підтримати подібну діяльність учнів. Також, у хмаро орієнтованій системі слід передбачити використання окремих форм роботи (групових, індивідуальних, фронтальних) і їх поєднання. Зрозуміло, що використання подібної системи призведе до зміни мети та змісту традиційного навчання. А.О. Штогун [107] вважає, що використання інформаційних технологій, зазвичай, обмежується самостійною роботою учнів, що розподілена за видами: за характером навчальної діяльності, за дидактичною метою, за змістом, за ступенем самостійності, за елементом творчості учнів. Проте, обмежуватись лише самостійною роботою недоречно.

Під час формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї слід враховувати, що вона має включати:

1. Основу для застосувань знань з математики, комп'ютерних, інформаційних 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.
2. Специфічний інструментарій як результат впливу технологій на суспільство, що допоможе з пошуком розв'язку сучасних, педагогічних проблем вчителів природничо-математичних пред-

метів. Даний інструментарій має хоча б частково задовольняти потребу вчителів у навчанні протягом усього життя.

3. Хмарні сервіси допоможуть вчителям взяти дистанційну участь у командно-орієнтованих, відкритих заходах, які готують їх до роботи в інтегрованому інформаційному середовищі та призведуть до ефективного спілкування, використовуючи сучасні інструменти.
4. Забезпечення подальшого успішного шляху в розвитку педагогічної кар'єри вчителів, науково-дослідних розробках та привнесення практичної цінності наукових досліджень (як вчителів так і ліцеїстів).

Протягом останніх трьох десятиліть розподілені та хмарні обчислення стали добре розвиненою сферою в галузях педагогіки та інформаційних технологій. Хмаро орієнтована система підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї може бути представлена у вигляді інтеграції обчислювальних теорій та інформаційних технологій з дизайном, організацією навчального процесу та використанням хмарних сервісів. Дана система охопить вивчення природничо-математичних предметів та використання розподілених або хмарних сервісів у інноваційних Інтернет-додатках. Тому, можливо, вчителям необхідно навчитися використанню розподілених обчислень та хмарних сервісів, щоб успішно підготуватись до роботи в науковому ліцеї.

4.2. МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Розвиток адаптивних хмаро орієнтованих систем ґрунтується як на загальнонаукових, так і на специфічних підходах, які забезпечують отримання максимально об'єктивних, точних, систематизованих даних про процеси та явища. Серед функцій адаптивних хмаро орієнтованих систем є: підтримування різних процесів навчальної, навчально-наукової і наукової діяльності у межах навчального закладу, постачання освітніх ресурсів і сервісів на базі єдиної платформи.

Дослідження у цій галузі спрямовані на те, щоб досягти нової якості навчання завдяки більш потужним, гнучким, масштабованим інфраструктурним рішенням, на основі яких можна вбудовувати в освітньо-наукове середовище різноманітні компоненти навчального призначення, що ґрунтуються на перспективних технологіях. В останній час у галузі STEM-освіти розробляються такі напрями, як нові інтерфейси, безекран-

ні дисплеї (screenless), 3D технології, доповнена реальність (augmented reality), «емоційний» елемент обчислень (affective computing), технології (пристрої), що можна надягти (wearable technology) та інші. Усі ці напрями об'єднують під спільною назвою «технології, що відкривають нові можливості» (new enabling technologies).

Якщо розглядати засоби і сервіси адаптивних хмаро орієнтованих систем з точки зору класифікації сервісів хмаро орієнтованого ОНС, можна виокремити такі елементи, що є найбільш важливими його структурними одиницями [100]:

- сервіси комунікації, серед яких — засоби відеоконференц-зв'язку, служби обміну миттєвими повідомленнями, електронна пошта та ін.;
- сервіси корпоративної хмари закладу освіти, які можуть охоплювати предметно-орієнтовані колекції, бібліотеки, депозитарії ЕОР, що містять сукупності різноманітних програм і даних навчального призначення, мовні технології, освітні роботи, сервіси підтримання наукових досліджень, зокрема, опрацювання та візуалізації даних та ін.;
- спеціалізоване програмне забезпечення корпоративної хмари, зокрема, це ті сервіси моделювання, програмування, обчислень, конструювання, розв'язання навчальних задач, сервіси зберігання та адаптивного управління контентом та інші, що є доступні лише для певного кола користувачів — наприклад, працівників і студентів навчального закладу, що зареєстровані для проходження певних навчальних курсів і використовують їх при вивченні освітніх дисциплін;
- сервіси науково-освітніх інформаційних мереж (НОІМ), що можуть містити доступ до різноманітних даних, електронних ресурсів і мережних інструментів наукового і навчального призначення, що надаються учасникам загальнодоступної мережі, серед них, зокрема, сервіси відкритої науки, а також різноманітних освітньо-наукових мереж та інфраструктур для опрацювання даних і проведення досліджень.

Сервіси НОІМ можуть охоплювати доступ до віртуалізованого апаратно-програмного забезпечення навчального і наукового призначення; обладнання лабораторій віддаленого доступу; засобів опрацювання великих даних, наприклад, даних, отриманих у результаті експериментів, що містяться на хмарних серверах і передбачають можливість спільної роботи у процесі роботи над проектом колективів або груп вчених, зокрема і міжнародних.

Серед комп'ютерно орієнтованих засобів створення, поєднання і повторного використання контенту, сервісів, додатків і даних у процесі навчання, є зокрема такі, як інструменти моделювання, вбудовування мережних об'єктів; платформи і мережі для організації спільної діяльності, комунікації в процесі навчання та інші. Зокрема, виокремлюють наступні різновиди:

- середовище для випробування і експериментування над навчальними об'єктами (наприклад, із використанням 3D-моделювання, технологій візуалізації, «доповненої» та віртуальної реальності, адаптивних/персоніфікованих середовищ);
- сервіси підтримання навчання (наприклад, опрацювання даних, навчальної аналітики, завдяки яким можна динамічно відстежувати та оцінювати в реальному часі навчальні досягнення учня).

До складу моделі адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти доцільно включити компоненти корпоративної хмари закладу освіти (бази і сховища даних, системи адаптивного управління контентом, хмаро орієнтовані офісні програмні додатки, спеціалізоване програмне забезпечення навчального та наукового призначення, сервіси комунікації та інші), а також сервіси загальнодоступних інформаційних систем (науково-освітніх інформаційних мереж та інфраструктур, хмарні освітні, наукові сервіси) (Рис. 4.1).

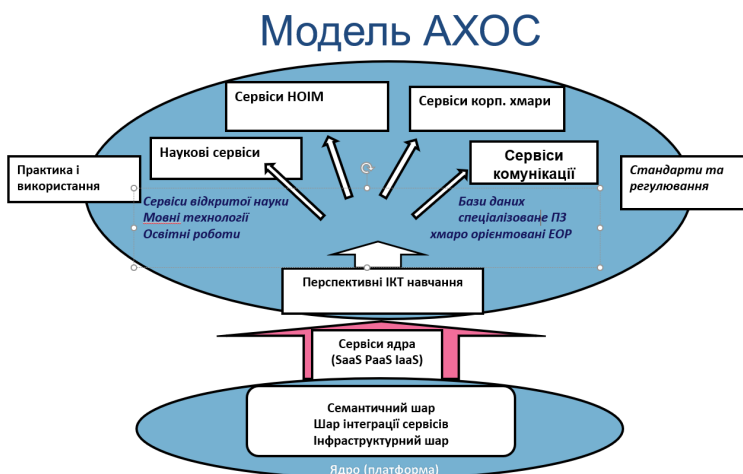


Рис. 4.1. Модель адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти

4.3. МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ СУБ'ЄКТІВ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДО РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

Із появою нових видів закладів спеціалізованої освіти, до вчителів висуваються додаткові вимоги до роботи в цих закладах. Окрім цього, у Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, одним з основних завдань, зазначено: «...забезпечення випереджувального характеру підвищення кваліфікації педагогічних, науково-педагогічних і керівних кадрів відповідно до потреб реформування системи освіти, викликів сучасного суспільного розвитку». Також, у зв'язку із затвердженням Положення про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат від 22 травня 2019 р. постає питання щодо підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Це зумовлюється тим, що існує певна специфіка організації освітньої діяльності наукового ліцею. Передбачено, що даний заклад спеціалізованої освіти виконуватиме підготовку майбутніх вчених, починаючи з 5-го класу. Окрім здобуття базової загальної середньої освіти та повної загальної середньої освіти має забезпечуватись освіта наукового спрямування та підготовка майбутнього вченого. Окрім поглибленого вивчення профільних предметів, також передбачено організацію науково-дослідницької діяльності. Тому, удосконалення змісту і складників курсів перекваліфікації вчителів постають одними з ключових питань підвищення якості підготовки фахівців педагогічної галузі. Значні дидактичні можливості у реалізації принципу науковості виникають у процесі перепідготовки вчителів завдяки використанню хмаро орієнтованих систем. Це забезпечить більш гнучкий і широкий доступ до якісних електронних освітніх ресурсів, формування хмаро орієнтованого середовища безперервного навчання. Також, це призведе до створення професійної соціальної спільноти з можливістю взаємодії з використанням хмарних сервісів у реальному часі. Тому, підготовку вчителів до роботи в закладі спеціалізованої освіти доречно організувати з використанням хмаро орієнтованої системи. Для формування подібної системи, доречним є вивчення вже існуючих моделей, що на практиці підтвердили свою ефективність та виконати добір ЕОР в якості складників хмаро орієнтованої методичної системи.

М.П. Шишкіна в своїй роботі [100] розглянула низку інноваційних моделей формування хмаро орієнтованого середовища: модель хма-

ро орієнтованого навчального середовища, концептуальна модель організації хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, модель групування компонентів хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища. Детально розглянута структура кожної моделі та наведено опис її складників. Окрім цього на основі проведеного дослідження, М.П. Шишкіна спроектувала модель формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища. Розглянувши структури наведених моделей та порівнявши наведені компоненти, можна зробити висновок про загальну будову та взяти за основу принципи побудови. Науковець зазначає, що зазвичай більшість моделей побудовані на взаємодії суб'єктів навчального процесу.

У зв'язку з цим, у дослідженні С.Г. Литвинової обґрунтована модель взаємодії суб'єктів навчання [48]. Проте, окрім цього С.Г. Литвинова наводить ще дві моделі: модель навчального середовища учня та модель навчального середовища вчителя. Усі ці моделі поєднані в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Т.А. Вакалюк наводить опис структурної моделі хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики [17]. Науковець вважає, що в основу даної моделі слід закласти саме процес підготовки бакалаврів інформатики. Окремим пунктом дослідниця розглянула модель взаємодії студентів та викладачів у хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Це пояснюється тим, що Т.А. Вакалюк [17] вважає неможливим процес проектування хмаро орієнтованого навчального середовища без попередньої побудови подібної моделі. Цікавим є те, що дослідник окремим блоком розглядає форми взаємодії суб'єктів навчального процесу.

Науковці Н. М. S. Bakeer та S. S. Abu-Naser дослідили архітектуру інтелектуальної системи навчання, яка в свою чергу містить лише чотири складники (їх можна розглядати як окремі моделі) [117]. Подібну архітектуру науковці вважають класичною для інтелектуальних систем навчання. Можна зауважити, що в запропонованій моделі є суб'єкти навчального процесу, педагогічний складник. Схожі компоненти прослідковуються і в запропонованих моделях М.П. Шишкіної та С. Г.Литвинової. Проте, ідея, щодо компонентів, які є також частковими моделями, що становлять одне ціле належить С.Г. Литвинової.

Модель системи управління декількома організаціями, в основу якої закладена хмарна модель спільноти, запропонована в роботі К. Dubey, М. Y. Shams, S. C. Sharma, А. Alarifi, М. Amoon та А. А. Nasr [143]. Дана модель містить три алгоритми, що базуються на синхронній роботі декількох організацій (не обов'язково педагогічних). Дослідники пропонують

новий алгоритм планування, який називається алгоритмом ідеального розподілу, для планування виконання завдань, що розміщені на віртуальних машинах хмари, враховуючи кінцеві терміни, та зменшуючи витрати на обслуговування. Однак, перш за все K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Atoon та A. A. Nasr досліджують як саме відбувається планування робочого процесу та архітектуру системи хмари спільноти.

Оскільки, складниками хмаро орієнтованої методичної системи можуть виступати окремі види ЕОР, було проведено аналіз досліджень і публікацій, що стосуються даної тематики. У Проєкті положення про електронні освітні ресурси [79] за авторством В.Ю. Биков, М.П. Шишкіна, Г.П. Лаврентьєва, В.М. Дем'яненко, В.В. Лапінський, Ю.Г. Запороженченко та М.В. Пірко досліджено поняттєвий апарат, зокрема наведено визначення: електронні освітні ресурси, електронні ресурси навчального призначення, електронні ресурси управлінського призначення, електронні ресурси для підтримки наукових досліджень та основні види ЕОР. Найбільш розповсюджені класифікації ЕОР розглянуто окремим пунктом із численними прикладами та поясненнями. Проте, у наведених класифікаціях прослідковується дихотомія та не наведено класифікації, яка б відповідала основним типам діяльності. Окрім цього, група науковців розглянула загальні вимоги до ЕОР та процеси розробки, експертизи та поширення ЕОР.

А.М. Гуржій та В.В. Лапінський у своєму дослідженні [28] вивчали важливість використання електронних засобів навчання у різних галузях та стан впровадження ІКТ у закладах середньої освіти. У зв'язку з проведеним дослідженням науковці виокремили можливі підходи до класифікації ЕОР та визначення їх місця у навчально-виховному процесі. Зазначені підходи являють собою класифікуючі ознаки ЕОР. Окрім цього, А.М. Гуржій та В.В. Лапінський пропонують авторську структуру та складники класу ЕОР. Проте, у даному дослідженні ця структура не буде використовуватись, адже є занадто розширеною, а класифікація ЕОР для побудови моделі хмаро орієнтованої методичної системи не потребує настільки детальних досліджень.

Г.М. Кравцов у своєму дослідженні [41] проаналізував стандарти у системі управління якістю ЕОР університету. При цьому науковець наводить основні види ЕОР та класифікацію за функціональною ознакою. Окрім цього, автор пропонує модель використання стандартів під час проведення моніторингу якості ЕОР. Проте, для даного дослідження практичне значення має саме класифікація ЕОР та їх основні види, запропоновані Г.М. Кравцовим.

Невирішені частини загальної проблеми

Науковцями в достатній мірі розглянуто різноманітні моделі організації навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Крім того, науковці у своїх роботах розробили моделі хмаро орієнтованого середовища, зокрема для підготовки фахівців відповідних профілів. Проте, проблема проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї залишається недостатньо дослідженою. Це пояснюється специфічними особливостями освітнього процесу в науковому ліцеї та недостатньою підготовкою вчителів до викладання в подібному закладі загальної середньої освіти. Треба взяти до уваги також додаткові права та обов'язки, що передбачені законодавством, що стосуються наукових ліцеїв. Для вирішення окресленої проблеми та побудови хмаро орієнтованого середовища знадобиться попередньо розробити його модель задля його подальшого проектування та дослідження. Представлені моделі хмаро орієнтованих середовищ не відповідають поставленим завданням щодо підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. А отже, за основу можна взяти вже розроблені принципи, чи загальну структуру побудови подібних моделей.

Серед розглянутих класифікацій ЕОР не виявлено такої, щоб в якості класифікуючої ознаки виступали основні види діяльності. Навіть, якщо б подібна класифікація існувала, вона б потребувала уточненні уточнення, оскільки для даного дослідження важливі не всі основні види діяльності особистості, а лише ті, що одночасно притаманні науковцю та вчителю.

Постановка завдання

Обґрунтувати засади проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Інноваційні моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

Проблема планування роботи з використанням моделі спільноти є найбільш складною моделлю хмарних обчислень. Численні дослідження, проведені щодо планування робіт виявили, що багато евристичних та метаевристичних алгоритмів пропонують відповідне рішення. У роботі [143] науковці K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Atoon та A. A. Nasr запропонували нову систему управ-

ління декількома організаціями за хмарною моделлю спільноти. Система складається із трьох алгоритмів:

1. Алгоритм для розподілу ресурсів.
2. Ідеальний підхід до розподілу.
3. Ендоритмічний алгоритм на основі вдосконаленого ідеального розподілу.

Вказані алгоритми пропонують розробити можливий та оптимальний графік виконання роботи, щоб мінімізувати простір і вартість при розгляді терміну виконання завдань. Другий алгоритм дуже ефективний для економії часу та дотримання заздалегідь сформульованих умов. У результаті можна помітити, що нова система допоможе організувати роботу між різними організаціями. Крім того, запропонований алгоритм для розподілу ресурсів досягає кращих рішень та зменшує обчислювальні витрати. Ефективність алгоритму 2 підвищується додаванням фази балансу навантаження. Покращена дія алгоритму 3 досягає менших показників порівняно з підходом до алгоритму 2. З результатів експерименту науковців K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Amoon та A. A. Nasr можна зрозуміти, що алгоритм 3 виконує інші простіші алгоритми, з точки зору обсягу та вартості. На додаток до цього, запропонований підхід зменшує тривалість.

Науковці H. M. S. Bakeer та S. S. Abu-Naser розглядають модель інтелектуальної системи навчання, блоки якої це [117]:

1. Модель домену.
2. Модель студента (слухача).
3. Навчальний модуль.
4. Інтерфейс користувача.

Кожен складник запропонованої системи вважається науковцями класичним та можна розглядати як окрему структурну одиницю (модель). При цьому, до моделі домену відносять змістове наповнення кожної навчальної теми та власне їх структурування і організацію. Модель студента є досить обмеженою та містить незначну кількість параметрів для навчального моделювання. Навчальний модуль є одним із найголовніших компонентів інтелектуальної системи навчання. Основне завдання цього модуля — організувати послідовність навчальних дій, які слід здійснити під час навчального процесу. Ці дії та їх послідовність повинні відповідати здібностям, вимогам та цілям студента (слухача). Інтерфейс користувача налаштований на два класи користувачів: викладачів та студентів (слухачів). За такої умови дані класи мають взаємодіяти як один з одним, так і індивідуаль-

но із самою системою. Інтерфейс користувача напряму пов'язаний з навчальним модулем, який у свою чергу взаємопов'язує між собою модель домену та модель студента (слухача).

Схожу архітектуру, як класичну розглянули K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Atoon та A. A. Nasr [143]. Планування робочого процесу — це відображення завдань даного процесу на неоднорідні та розподілені ресурси обчислювальної системи. Для виконання завдань робочого процесу має бути виділена відповідна кількість ресурсів, щоб уникнути визначених користувачем обмежень. Дослідниками була розглянута загальна архітектура, яка використовується для планування робочих місць у хмарних системах спільноти. В архітектурі є три компоненти: хмарний інтерфейс користувача, система управління хмарою та обчислювальні ресурси. Хмарний інтерфейс користувача приймає програми робочого процесу з вимогами та обмеженнями від користувачів та передає їх наступному компоненту в архітектурі. Система управління хмарою отримує декілька вимог QoS (якість обслуговування) та обмеження, визначені користувачем, які використовуються планувальником робочих процесів. Обмеження включатимуть кінцеві терміни, витрати, використання ресурсів тощо. Основна функція менеджера ресурсів — відображення ресурсів завдань робочого процесу на основі цільової функції, яка містить багато параметрів. Обчислювальний ресурс — це третій компонент архітектури, який складається з віртуальної інфраструктури та фізичної інфраструктури. Процес відображення також виконується між віртуальним та фізичним рівнем інфраструктури. Фізичні ресурси, що надаються у якості віртуальних представлені в якості додатків. Планування робочого процесу є однією з найпомітніших та найскладніших проблем у моделі хмарних обчислень.

Модель навчального процесу з використанням технологій доповненої реальності [112], представленої H. Ahmad, N. M. M. Zainuddin, R. C. M. Yusoff може передбачати п'ять фаз: аналіз, підготовка, створення, використання та оцінювання.

1. Аналіз. На цьому кроці необхідно визначити проблему та зібрати системні вимоги, щоб зрозуміти мету використання технології AR.
2. Підготовка. Розробникам потрібно чітко визначити цілі змісту, щоб зрозуміти мету розвитку AR, визначити роль викладачів чи студентів (слухачів) у використанні технології. Крім того, потрібно описати інтерфейс програми, такий як об'єкт та його кольори, розмірність та рух у системі. Потрібно визначити вимоги до

програмного та апаратного забезпечення для створення об'єктів, необхідних для програми, типу створення програмного забезпечення та типів необхідного обладнання (персональний комп'ютер, планшет, проектор, камера високої чіткості тощо) повинні бути чітко визначені. Крім того, слід також описати навчальне середовище, що включає освітлення, електропостачання, засоби безпеки.

3. Створення. На цьому кроці будуть створені об'єкти AR для розробки програми AR. Об'єкти можуть бути або 3-розмірними (3D), або двовимірними (2D). Вони повинні бути розроблені за допомогою відповідного програмного забезпечення, яке було визначено. Також на цій фазі виникає необхідність спроектувати маркер, який пов'язаний з об'єктами і це розробляється за допомогою відповідного програмного забезпечення для підключення як маркера, так і об'єктів.
4. Використання. Розроблений додаток застосовується в аудиторії для вимірювання або спостереження за навчальними досягненнями студентів (слухачів). Тоді викладачам потрібно навчити студентів (слухачів) користуватися додатком, спостерігати за їх взаємодією, контролювати їх стратегії навчання, спонукати та надавати студентам достатню мотивацію для подальшого використання.
5. Оцінювання. Оцінка або відгуки користувачів враховуються при оцінці ефективності програмного забезпечення та його реалізації. На цьому кроці потрібно провести оцінку AR, щоб визначити, чи працює вона безперебійно без помилок чи об'єкти з'являються правильно і студенти (слухачі) розуміють весь навчальний матеріал.

Модель формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, запропонована М. П. Шишкіною [100] містить наступні компоненти: цільовий, методологічний, змістово-операційний, технологічно-проектувальний, методично-організаційний та результативний. При цьому змістово-операційний компонент за своїми функціями дещо нагадує компонент обчислювального ресурсу в архітектурі, що використовується для планування робочих місць у хмарних системах спільноти [100]. Водночас цільовий компонент має бути прямою узгоджений із результативним. Цільовий компонент, на думку М. П. Шишкіної містить в собі мету та завдання, які висувуються до даної моделі. Зрозуміло, що результат має відповідати поставленій меті. Методологічний компонент це — принципи і підходи до про-

ектування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу. Цікаво, що науковець розглядає моделі обслуговування хмарних технологій як методики використання компонентів (технологічно-проектувальний компонент). Методично-організаційний компонент дещо нагадує компонент навчального модуля в моделі інтелектуальної системи навчання [100].

С.Г. Литвинова, описуючи модель хмаро орієнтованого навчального середовища територіально-адміністративної одиниці [48], не об'єднує усі складники даної моделі в окремі компоненти (блоки), як це представлено у роботі М.П. Шишкіної. Проте, науковець чітко визначає мету створення даної моделі, завдання, функції та зміст. Дослідивши дану модель, можна помітити, що науковець чітко виокремлює два основні блоки в моделі, це: управління та навчання. При цьому управління охоплює основні типи діяльності, а умовний блок «навчання» окреслює більш детально змістове наповнення моделі хмаро орієнтованого навчального середовища. Але, як окремим компонентом виступає інструментарій хмаро орієнтованого навчального середовища.

Т.А. Вакалюк у моделі хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики виокремлює наступні компоненти [17]: цільовий, управлінський, організаційний, змістово-методичний, комунікаційний та результативний. Можна помітити схожу структуру в моделі М.П. Шишкіної. Проте, в основу моделі Т.А. Вакалюк було покладено саме процес підготовки бакалаврів інформатики. З огляду даної моделі стає зрозуміло, чому науковець окремо виокремлює модель взаємодії студентів та викладачів у хмаро орієнтованому навчальному середовищі. На цільовий компонент безпосередньо впливають суб'єкти навчально-виховного процесу. Цікавим фактом постає те, що функції хмаро орієнтованого навчального середовища виокремлюються Т.А. Вакалюк в окремий блок, оскільки лише за рахунок виконання даних функцій будуть досягнуті цілі навчання. Доречі, суб'єкти навчально-виховного процесу безпосередньо впливають і на функції хмаро орієнтованого навчального середовища.

Тобто, як показує аналіз інноваційних моделей, в основу моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї може бути покладено:

1. Одна з моделей обслуговування хмарних технологій.
2. Архітектура хмаро орієнтованої системи (програмна складова).
3. Типи діяльності користувачів.

4. Типи інструментарію, який представлений в хмаро орієнтованій системі.

5. Одна з моделей розгортання хмарних технологій.

Звичайно, можна зустріти специфічні моделі, які базуються на інших принципах, проте це скоріше стосується підготовки фахівців вузьких галузей.

Тобто, задля формування хмаро орієнтованої системи слід визначитись з метою побудови подібної системи та кінцевим результатом. Окрім цього, слід спланувати які компоненти будуть входити до даної системи. Це напряму залежить від того, що буде покладено в основу моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Тому, знадобиться порівняльний аналіз видів діяльності та окреслення тих, що будуть відібрані для розробки такої моделі.

Класифікація ЕОР хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

Види діяльності, у широкому розумінні, — це окремі процеси чи процедури, що здійснюються фахівцем у ході виконання професійних робіт, із використанням потрібних ресурсів [61]. М. П. Шишкіна теж, для визначення складових хмаро орієнтованого середовища розглядає у своєму дослідженні види діяльності та розкриває сутність кожної діяльності окремо [100]. Електронні ресурси навчального призначення у складі хмаро орієнтованого середовища добираються науковцем в залежності від виду діяльності. Проте, у даному дослідженні обмежитись лише електронними ресурсами навчального призначення не можна, оскільки тоді не буде реалізована наукова складова. Тобто в даному випадку будуть використані ще й електронні ресурси підтримування наукових досліджень. Якщо розглянути види діяльності науковця та вчителя, то можна помітити спільні види діяльності та певні відмінності (Таблиця 4.1).

Таблиця 4.1.

Порівняння видів діяльності науковця та вчителя

Види діяльності	
Науковця	Вчителя
Опрацювання літератури	Робота з методичною та навчальною літературою, дидактичними матеріалами
Систематизація матеріалів	Робота з конспектами, навчальними посібниками
Підготовка рукописів статей, тез доповідей	

Написання тексту дисертації	Складання конспекту, допомога в підготовці роботи МАН
Участь у масових науково-практичних заходах	
Проведення педагогічного експерименту	Проведення уроків, індивідуальних занять
Статистичне опрацювання масиву даних	Оцінювання роботи учнів, моніторинг виставлених оцінок
Аналіз та оформлення проміжних (кінцевих) результатів	Оформлення звітної документації
Впровадження методик	
Організація та проведення масових науково-практичних заходів	Організація та проведення масових виховних заходів
Рецензування статей, монографій, посібників, дисертацій	Підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів
Науково-інформаційна діяльність	
Міжнародне наукове співробітництво	Обласне педагогічне співробітництво
Підвищення кваліфікації	

Оскільки вчителі наукових ліцеїв мають забезпечити наукову підготовку учнів, тому в першу чергу слід звернути увагу на ті види діяльності, що є спільними як для науковця так і для вчителя. Основні види діяльності вчителя також заслуговують уваги, проте дані види реалізуються в будь-якому закладі середньої освіти (ЗСО), у тому числі і в науковому ліцеї. Проте, специфічними, на які слід зосередити увагу, це саме спільні види діяльності науковця та вчителя. Вони скоріше за все виступають одним зі специфічних факторів під час підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї. У залежності від цього буде виконано добір ЕОР хмаро орієнтованої системи. Проте, для початку треба було б розглянути, які існують підходи до класифікації ЕОР. Окремим питанням постає визначення класифікаційної ознаки. Так в Проєкті положення про електронні освітні ресурси, розробленим колективом авторів В.Ю. Биков, М.П. Шишкіна, Г.П. Лаврентьєва, В.М. Дем'яненко, В.В. Лапінський, Ю.Г. Запорожченко та М.В. Пірко зазначено, що класифікацію ЕОР можна здійснювати за [79]: галуззю призначення, змістовно-процесуальним застосуванням, мережною орієнтацією, обмеженням користувацького простору, масштабом користувацької доступності, складовою в організації процесу навчання, рівнем групування. Якщо розглянути детально кожен окрему класифікацію, запропоновану в [79], то можна зробити висновок, що для

досягнення поставленої цілі, ЕОР хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї будуть: мережні, загальнодоступні, як персональними так і корпоративними, як навчальні так і забезпечувальні.

М.П. Шишкіна як приклад наводить класифікацію електронних ресурсів навчального призначення (програми) [100], водночас використовуючи наступні класифікаційні ознаки: тип застосування, тип засобу, рівень групування. За цими ж класифікаційними ознаками виконана в якості прикладу класифікація електронних даних навчального призначення. М.П. Шишкіна вважає, що завдяки проведеним класифікаціям уточнюється склад наступних компонентів хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища навчального закладу: освітнього та наукового.

А.М. Гуржій та В.В. Лапінський [28] розглянули наступні підходи до класифікації ЕОР: за формою подання навчального матеріалу, за розташуванням і формою зберігання, за способом відтворення, за організаційними формами навчання, за структурою програмного забезпечення та за охопленням змісту навчання. Проте, дані підходи більше стосуються ЕОР навчального призначення, в той час, як види діяльності спільні як для науковця так і вчителя не будуть за їх рахунок реалізовані.

Якщо ж за основу взяти таку класифікаційну ознаку, як функціональна, то Г.М. Кравцов виокремлює наступні ЕОР [41]: навчально-методичні; методичні; навчальні; контролюючі; допоміжні. Дана класифікація занадто загальна. Її не можна взяти за основу, так само як не можна сказати які з даних видів ЕОР, згідно представленої класифікації буде переважати в хмаро орієнтованій системі.

С.Г. Литвинова у своєму дослідженні не проводить спеціальну класифікацію ЕОР, вона скоріше перераховує їх за видами [48], які у свою чергу розміщені в репозитарії навчального контенту: електронні підручники, глосарій, поурочні плани та розробки практичних завдань, завдання для самостійних робіт, атестаційні завдання, інструкційні матеріали, тестові завдання, опорні конспекти, додаткові Інтернет-джерела, інші навчальні матеріали. Дані види ЕОР не можна взяти за основу, оскільки їх використання більше зорієнтоване на навчання.

Так, Г.М. Кравцов зазначає наступні основні види ЕОР [41]: електронні видання; електронні документи; електронні демонстраційні матеріали; інформаційно-аналітичні системи; репозитарій електронних ресурсів; електронні тести; електронні словники; електронні довід-

ники; бібліотеки цифрових об'єктів; електронні посібники; електронні підручники; електронні методичні матеріали; дистанційні курси; віртуальні лабораторії.

Останній перелік основних видів ЕОР, представлений Г.М. Кравцовим, можна взяти за основний, оскільки кожен складник співставляється з основним видом діяльності (Табл. 4.2), що є спільним як для науковця, так і для вчителя (Табл. 4.1).

Таблиця 4.2

Добір основних видів ЕОР в залежності від виду діяльності

Спільні види діяльності	Відповідний вид ЕОР
Підготовка рукописів статей, тез доповідей	Електронні видання; електронні документи; репозитарій електронних ресурсів; електронні довідники.
Участь у масових науково-практичних заходах	Інформаційно-аналітичні системи; віртуальні лабораторії.
Впровадження методик	Електронні демонстраційні матеріали; інформаційно-аналітичні системи; електронні тести; електронні словники; електронні довідники; бібліотеки цифрових об'єктів; електронні посібники; електронні підручники; електронні методичні матеріали; дистанційні курси; віртуальні лабораторії.
Науково-інформаційна діяльність	Інформаційно-аналітичні системи; репозитарій електронних ресурсів.
Підвищення кваліфікації	Інформаційно-аналітичні системи; дистанційні курси; віртуальні лабораторії.

Слід більш детально зупинитись на кожному окремо виді діяльності, щоб уточнити, яким чином здійснювався добір видів ЕОР.

Підготовка рукописів статей, тез доповідей. Даний вид діяльності включає вивчення та аналіз останніх публікацій та досліджень науковців, висвітлення своїх власних напрацювань, опис досвіду, практичних розробок. На першому етапі це робота з літературою, її накопичення та

опрацювання. Як результат — оформлення власного матеріалу в залежності від вимог журналу, видавництва.

Участь у масових науково-практичних заходах. Це не лише подання тез доповідей, але й виступ на конференції, семінарі, або ж в якості слухача. У даному випадку залучення ЕОР буде потрібне, коли передбачена дистанційна участь.

Впровадження методик. Дуже широкий вид діяльності, оскільки для початку з даними методиками вчителю слід ознайомитись. Як правило цей процес може супроводжувати різноманітний дидактичний матеріал, який може бути представлений використанням ЕОР навчального призначення.

Науково-інформаційна діяльність. Даний вид діяльності потребує значного уточнення. Краще було б сказати, що дана діяльність передбачає зв'язки з громадськістю, поширення власного досвіду та напрацювань. Тут передбачається ведення власного блогу (сайту), поширення педагогічного досвіду в соціальних мережах, реєстрація та ведення профілю вчителя, як науковця.

Підвищення кваліфікації. Цей вид діяльності включає вивчення та знайомство з різноманітними новітніми методиками, методичними системами, прийомами, методами, засобами для подальшого включення в навчальний процес.

Можна помітити з (Табл. 2), що окремі види ЕОР можуть бути застосовані для декількох видів діяльності: інформаційно-аналітичні системи, репозитарій електронних ресурсів, електронні довідники та віртуальні лабораторії. Тобто, майже кожен вид ЕОР можна використати щонайменше в двох видах діяльності.

Враховуючи проведення аналіз основних типів діяльності та проведеному, згідно цього, класифікацію ЕОР можна створити Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї (Рис. 4.2). Дана модель базується на основних видах діяльності вчителя (однак показані не лише спільні види діяльності з науковцем). Кожен окремий вид діяльності реалізується через застосування відповідного виду ЕОР (Табл. 4.2). Оскільки, попередньо було виконано класифікацію ЕОР та основною метою було проілюструвати як через окремі види діяльності реалізується взаємодія вчителя з усіма суб'єктами навчального процесу, в моделі види ЕОР не відображені. Проте, чітко проілюстровані зв'язки вчителя з окремим учнем, з групою учнів, колективом науковців та колективом педагогічних працівників. Оскільки цільова аудиторія дослідження,

це — вчителі природничо-математичних предметів, то в моделі показані лише ті види діяльності науковця, які є спільними і для вчителя. Усіма іншими видами діяльності науковця можна знехтувати. На моделі (Рис. 4.2) проілюстровано, що вчитель взаємодіє з окремим учнем безпосередньо через наступні види діяльності: допомога в підготовці роботи МАН, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та впровадження методик. Види діяльності, завдяки яким вчитель взаємодіє з групою учнів (дуже схожий перелік з окремим учнем), це: організація та проведення масових виховних заходів, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та впровадження методик. Мабуть, найбільше видів діяльності пов'язує вчителя та колектив педагогічних працівників: організація та проведення масових виховних заходів, впровадження методик, науково-інформаційна діяльність, підвищення кваліфікації та обласне педагогічне співробітництво. Під обласним педагогічним співробітництвом розуміють скоріше регіональне співробітництво, обмін досвідом з іншими закладами загальної середньої освіти. Як не дивно, виявилось, що вчитель взаємодіє і з колективом науковців завдяки участі у масових науково-практичних заходах та обласному педагогічному співробітництву.

Розглянувши Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї можна виділити групу видів діяльності, які є ключовими у взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи, проте для них не виконано добору відповідних видів ЕОР. Це: обласне педагогічне співробітництво, складання конспекту, допомога в підготовці роботи МАН, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та організація та проведення масових виховних заходів. Оскільки кожен з цих видів діяльності передбачає безпосередню взаємодію декількох осіб або групи осіб, то одними з основних видів ЕОР будуть: інформаційно-аналітичні системи, дистанційні курси та віртуальні лабораторії. Звичайно, в подальшому можна врахувати специфіку кожного окремого виду діяльності розширивши види ЕОР.

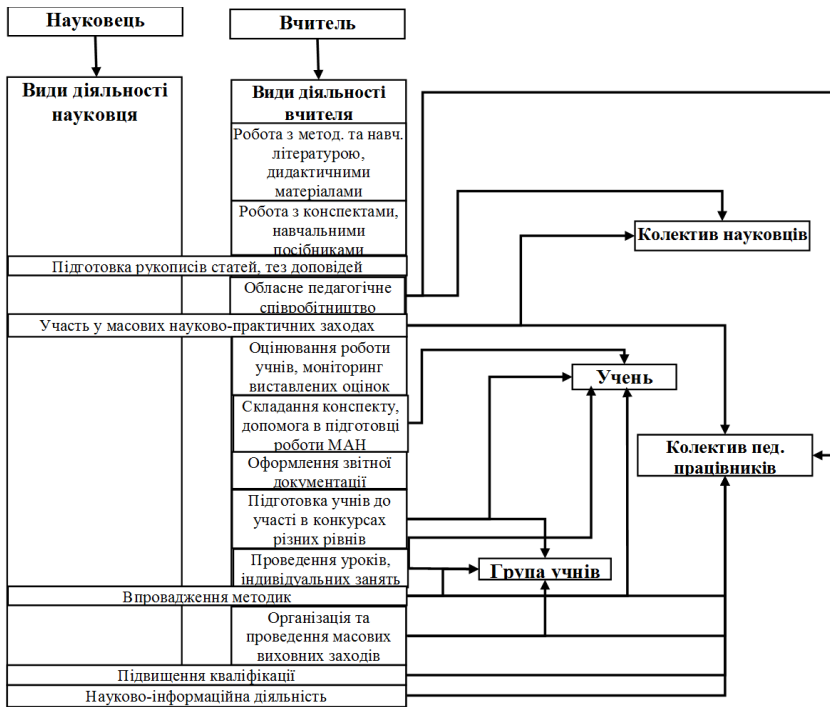


Рис. 4.2. Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої

~~методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів~~

до роботи в науковому ліцеї

Для розробки моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї за основу доречно взяти основні види діяльності науковця та вчителя. У результаті аналізу основних видів діяльності науковця та вчителя були визначені спільні, серед яких: підготовка рукописів статей, тез доповідей; участь у масових науково-практичних заходах; впровадження методик; науково-інформаційна діяльність та підвищення кваліфікації. Універсальної класифікації ЕОР не існує. Аналіз існуючих класифікацій ЕОР, показав що кожна з них залежить від класифікуючої ознаки. Якщо охарактеризувати ЕОР, що входять до складу хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, то, згідно Проекту положення про електронні освітні ресурси [79], вони будуть: мережні, загальнодоступні, як персональні так і корпоративні, як навчальні так і забезпечувальні. Огляд

найрозповсюдженіших класифікацій ЕОР допоміг виконати добір згідно з окреслених видів діяльності та розробити власну класифікацію, що відповідала б поставленим цілям. Базуючись на розробленій класифікації була розроблена модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Модель ілюструє зв'язки між: вчителем, окремим учнем, групою учнів, колективом науковців та колективом педагогічних працівників. Дані зв'язки реалізуються завдяки основним видам діяльності вчителя. Хоча, на моделі цього не показано, проте, враховуючи попереднє дослідження стає зрозумілим використання того чи іншого виду ЕОР в окремих взаємодіях суб'єктів.

Перспективи подальших розвідок

На основі виконаної класифікації ЕОР та прикладів структур інноваційних моделей формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів планується створення моделі групування компонентів хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Можливо, при розробці даної моделі буде використана модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

4.4. МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМУВАННЯ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРОЄКТНОЇ КОМАНДИ

Хмарні сервіси, хмарні платформи та загалом хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище закладу освіти привертають постійну увагу дослідників. Хмарні платформи найбільш придатні для завдань інтеграції та агрегування значної кількості різних сервісів, таких як наукові та освітні інформаційні мережі, корпоративні мережеві інструменти та сервіси для навчання та досліджень, а також різні мережні інструменти для підтримки багатомовного контенту, використання інтелектуальних освітніх агентів та роботів, баз даних тощо. Отже, основні принципи розробки та розробки відкритого освітньо-наукового середовища на основі хмарних технологій, а також моделювання та впровадження відповідного контенту та сервісів є серед перспективних тенденцій, які слід розглянути та дослідити.

Хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище було впроваджено в Інституті інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України в ході дослідницьких проєктів та педагогічних експериментів, проведених протягом 2012-2017 років. У той період у науково-дослідний та на-

вчальний процес були впроваджені хмарні сервіси для підтримування відкритого навчання і досліджень

В ході низки науково-дослідних робіт була розроблена загальна модель та методична система використання хмарних сервісів для підтримування різних видів навчальної/наукової взаємодії. Для цього були створені хмаро орієнтовані компоненти, зокрема, була розроблена науково-навчальна хмара Інституту на базі Office 365.

В ході серії пілотних експериментальних досліджень (2012-2017 рр.) були розгорнуті згадані хмаро орієнтовані інструменти ІКТ підтримки навчальних та дослідницьких процесів; було створено хмаро орієнтоване середовище, розгорнуто методичну систему та окремі методи використання її компонентів, проведено низку навчальних семінарів, вебінарів та сесій для дослідників, викладачів та вчителів щодо використання хмарних сервісів у науковій та навчальній діяльності, проводилось проміжне та контрольне тестування.

Хмаро орієнтоване середовище університету є своєрідною відкритою системою. Таким чином, завдяки ширшому залученню засобів та сервісів науково-освітніх мереж, зокрема хмарних, до процесу наукових досліджень, можна досягти вдосконалення організації цієї діяльності та результатів, що позитивно впливає на академічні досягнення студентів та продуктивність їхньої науково-дослідної роботи.

У цей же період у ході довготривалих досліджень ІКТ підтримування навчання (2007—2014) та освітніх технологій (2014—2019) С. Свецький та О. Моравчик винайшли персоніфікований підхід, заснований на знаннях, для інтеграції цифрових технологій у навчання та супутні процеси. Проривом у їхніх дослідженнях стало формулювання віртуальних таблиць знань, які контролюються та управляються розробленим освітнім програмним забезпеченням та реєстрація корисної моделі персоналізованої технологічної інфраструктури.

Особлива увага при моделюванні та розробці відкритих навчальних та дослідницьких систем слід приділити адаптації цих систем для людей з особливими потребами. Досвід використання ІКТ людьми із вадами зору розглядав Д. Мікуловським. Ним було проведено дослідження використання різних видів програм для зчитування з екрану, наприклад, три типи програмного забезпечення для Windows: а саме Narrator, що вбудована в систему, NVDA (з відкритим кодом) та JAWS. Взагалі кажучи, програма зчитування з екрана зчитує всю інформацію, яка з'являється на екрані, коли користувач працює з операційною системою або з будь-яким іншим додатком. Невирішеною проблемою стала інтеграція таких інструментів у відкриту платформу навчання та досліджень.

Незважаючи на численні часткові дослідження конкретних питань в системах адаптивного навчання та хмаро орієнтованих системах, проектування та використання адаптивних хмаро орієнтованих систем залишаються актуальними та мало дослідженим. Адаптивні навчальні системи все ще розвиваються, поступово набираючи обертів у розвинених країнах світу. Основою функціонування таких систем є компетентнісний підхід, орієнтований на індивідуальний прогрес того, хто вчиться.

Аналіз та оцінка сучасного рівня використання адаптивних хмаро орієнтованих систем в українському освітньому просторі показали, що адаптивність значною мірою не реалізована; використання хмарних послуг не є комплексним, зумовленим потребами у навчанні та підпорядкованим педагогічним цілям підготовки вчителів.

Оскільки ці системи потребують обчислень досить високих порядків, аналізуючи величезні обсяги даних у режимі реального часу, масштабованість системи можна розглядати з двох аспектах: як ефективно програмувати ці системи та як підготувати архітектуру для забезпечення опрацювання, завантаження та розповсюдження цих даних. Враховуючи це, важливо вивчити принципи та підходи проектування адаптивних систем навчання на базі хмарних платформ, а також розробити методи їх використання в умовах відкритого освітньо-наукового середовища університету.

Отже, ми можемо бачити, що питання адаптивного управління контентом, лінгвістичні технології та інші аспекти персоналізованого навчання є одними з пріоритетних напрямів досліджень, що розглядалися також у межах Європейської дослідницької та технологічної програми Horizon2020. Проекти повинні створити стійку екосистему багатомовних додатків та послуг, розроблених з урахуванням конкретних потреб сектору, що вирішується.

У зв'язку з цим, основним результатом проекту V4 + ACARDC стало створення комплексної системи IT-підтримки, що складається з технологічної мережевої інфраструктури, освітнього програмного забезпечення WPadV4 та методики створення навчальних пакетів та відповідних навчальних матеріалів з різних дисциплін та їх багатомовної підтримки.

Створення віртуальних знань та таблиць знань підтримується додатком бази даних WPadV4, який розроблено С. Свєцьким [205]. Оскільки це освітнє програмне забезпечення базується на абстракції метаінформації та контенту, воно дозволяє користувачам обробляти будь-який зміст у структурі за замовчуванням. Таким чином, користувач може створювати таблиці знань для побудови навчальних текстів, матеріалів для лекцій та вправ.

З точки зору людини, віртуальні знання складаються з блоків метаданих та змісту, в які користувач може вставити свій текст або ASCII-текст

загалом. Вчитель може вставляти будь-які навчальні матеріали чи вміст безпосередньо у віртуальні таблиці знань на своїй природній мові без необхідності використання будь-яких інших машинних мов.

Рис. 4.3 ілюструє віртуальні знання як один рядок таблиці баз даних, де метадані, що описують знання, були вставлена в таблицю вручну.

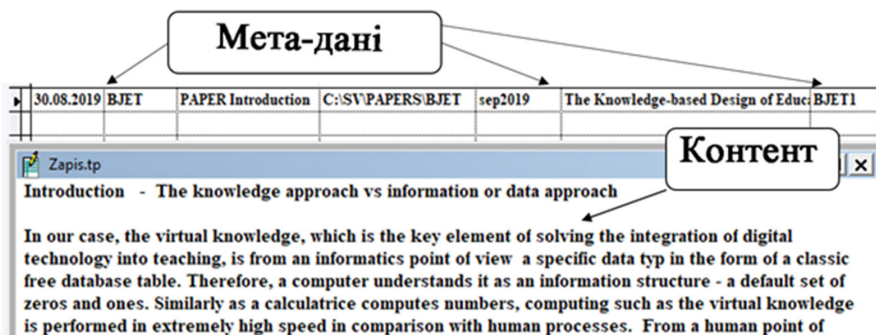


Рис. 4.3. Приклад змісту та метаданих в таблицях бази даних.

У цьому випадку метадані ідентифікують зміст у формі тексту, написаного вручну.

Прикладне програмне забезпечення WPadV4 було розроблено Стефаном Свецьким. Воно було встановлене на віртуальних робочих столах з Windows 10 для десяти комп'ютерів партнерів та дослідників проекту в STU-MTF (Братиславський технологічний університет). Бета-версія WPadV4 постає базовим рішенням для роботи навчального робота / системи персональної пам'яті. Це рішення також може бути подано як мобільний додаток (включаючи голосове відтворення тексту) для Android. З моменту усвідомлення важливості віртуальних таблиць знань дослідження авторів були більш систематично зосереджені на побудові комплексної освітньої технології, що базується на знаннях, що складається з освітнього програмного забезпечення та інтерактивної / офлайн-інфраструктури, що містить сховища знань експертів та мовні пакети, а також електронні навчальні ресурси (навчальні пакети). Це рішення додатково охоплює вирішення проблем віртуальних таблиць знань та файлів з передачею навчального контенту в рамках інфраструктури. Моделювання цих елементів у межах спільноти дослідників («спільнота інновацій») пояснюється через деякі приклади з використанням хмарних сервісів та віддаленого робочого столу. Рис. 4.4 ілюструє використання хмарної платформи навчання та досліджень для моделювання освітніх технологій, заснованих на знаннях, що була побудована для цієї мети.

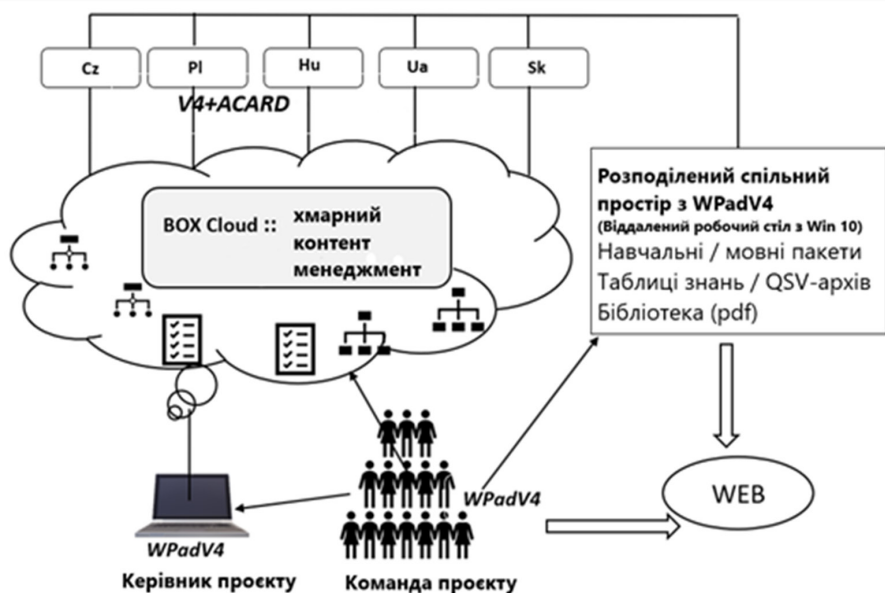


Рис. 4.4. Модель адаптивної хмаро орієнтованої системи підтримування навчальної/наукової взаємодії проектної групи

Іншими словами, у межах проєкта V4 + ACARDC була створена комплексна система ІТ-підтримки для застосування у сфері освіти та обміну досвідом. Отже, була створена пілотна регіональна мережа V4 + зі спроектованою технологічною інфраструктурою (хмарні обчислення, віртуальні машини, офлайн-управління контентом WPadV4), програмним додатком WPadV4 (включаючи додаток для тестування Android) та пілотною навчальною методикою (наприклад, проєктування edu-пакетів). Відкрите освітньо-наукове середовище моделюється та підтримується за допомогою цієї платформи. Адаптивність навчальної/наукової діяльності у цій хмаро орієнтованій системі забезпечується за наступними параметрами: мовний контекст (завдяки засобам опрацювання текстів різними мовами, що складають зміст мовних пакетів); налаштування на освітні/наукові потреби людей з вадами зору (за рахунок використання засобів аудіосупроводу за допомогою різних програм зчитування з екрану); налаштування на різний освітній/науковий контекст завдяки створенню віртуальних таблиць знань для різних предметних галузей і типів діяльності, а також автоматизованого проєктування освітніх пакетів для підтримування навчання різних дисциплін.

РОЗДІЛ V

МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Сучасні підходи до розвитку освітньо-наукового середовища передбачають формування принципово нових форм його організації, що потребує змін його складу і структури, функцій педагогічних систем, спрямованих на активізацію навчально-пізнавальної діяльності його учасників.

Метою створення адаптивної хмаро орієнтованої системи у закладі освіти є задоволення освітніх потреб її користувачів, пов'язаних із розширенням доступу до якісної освіти, більш гнучкої адаптації до індивідуальних особливостей тих, хто вчиться, що спирається головною мірою на розширення доступу до якісних електронних освітніх ресурсів і сервісів.

Для цього потрібно створити низку окремих методик використання засобів і сервісів хмаро орієнтованої системи у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. До числа розроблених методик належать: методика використання сервісів науково-навчальної хмари закладу освіти на базі сервісів Microsoft Office 365 — для пошуку, подання і опрацювання даних і відомостей у відкритих системах навчання і досліджень; сервісів комунікації; методика використання сервісів адаптивного управління контентом на базі загальнодоступної хмари (Google Docs, IBM Vox, Microsoft Office 365); методика підтримування процесів створення і використання електронних освітніх ресурсів (WPadV4, AWS), орієнтовані на зростання рівня ІКТ-компетентності вчителів, підвищення рівня використання хмаро орієнтованих сервісів.

Метою створення методик є: формування адаптивної хмаро орієнтованої системи, спрямованої на створення найбільш сприятливих умов для рівня ІКТ-компетентності вчителів, удосконалення їх професійного розвитку. Цьому сприяє розширення доступу до електронних освітніх ресурсів та інформаційно-аналітичних інструментів хмарних обчислень;

підвищення рівня організації навчання і науково-педагогічних досліджень за рахунок використання адаптивних технологій; розвиток особистості, обізнаності щодо найсучасніших хмаро орієнтованих засобів і сервісів освітнього призначення.

Зміст навчання і професійного розвитку вчителів у межах запропонованої хмаро орієнтованої системи спрямовано на формування ІКТ-компетентності вчителів щодо використання адаптивних хмаро орієнтованих сервісів у навчанні, наукових дослідженнях і педагогічній діяльності.

Методи навчання, що застосовуються у процесі навчання із використанням сервісів адаптивної хмаро орієнтованої системи: словесні (лекції, пояснення, бесіди); практичні (практичні роботи, вправи); дослідницькі (частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; евристичний).

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

Серед інноваційних форм навчання, що можуть бути реалізовані лише у хмаро орієнтованому середовищі, доцільно застосовувати комбінований тренінг, у якому поєднуються очна і дистанційна форми роботи. У процесі тренінгу створюється ситуаційна електронна навчальна мережа, учасники якої, вмотивовані на здійснення колективної діяльності за спільним сценарієм. Організатор тренінгу надає зразки успішної діяльності (як попередній матеріал у шаблонах навчальних завдань, так і інтерактивно — використовуючи засоби візуального та аудіального подання робочих листів моніторингу процесу виконання завдань) та організовує ІКТ-опосередковане управління процесом навчання). Технологія підвищення активності діяльності відбувається за рахунок залучення до тренінгу окремих учасників-експертів.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані електронні ресурси; платформи і сервіси (Google Apps for Education; Microsoft Office 365; IBM Box); спеціалізовані SaaS (CoCalc ін.); сервіси загальнодоступної хмари на базі ІКТ-платформ (Amazon Web Services, Microsoft Azure або ін.), сервіси корпоративної хмари на базі ІКТ-платформ (WPadV4 або ін.).

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

Методики використання компонентів середовища відрізняються в залежності від обраного способу (моделі) розгортання ІКТ-інфраструктури. Процес розгортання середовища для різних моделей буде суттєво відрізнятися. Зокрема, формування середовища на базі сервісної моделі SaaS (програмне забезпечення як сервіс) може відбуватися відповідно

до двох основних типів групування сервісів — загального призначення і спеціалізованих (навчального і наукового призначення). У відповідності до цього можуть бути застосовані різні типи сервісних моделей, зокрема SaaS. Наприклад, до сервісів загального призначення належить офісне програмне забезпечення. Його яскравим прикладом є програмний пакет Microsoft Office 365, до складу якого входять як програмні додатки, що можуть бути використані для підтримання навчальної або наукової діяльності незалежно від предметної галузі застосування (текстові редактори, електронні таблиці, презентації, інші матеріали, можуть створюватися сховища файлів а також застосовуватись сервіси комунікації). На основі сервісів загального призначення розроблено методику використання науково-навчальної хмари наукової/навчальної установи (на базі загальнодоступного сервісу, на прикладі Microsoft Office 365).

Методика використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари (сервіси IaaS, PaaS на прикладі платформи Amazon Web Services) відповідає потребам використання спеціалізованих сервісів хмаро орієнтованого ОНС, зокрема, це сервіси надання доступу до електронних освітніх ресурсів (EOP). Ця сервісна модель може бути використана для широкого спектру цілей в залежності від того, які сервіси будуть розміщені у хмарі. У даному дослідженні елементи гібридної хмари на базі AWS були застосовані при розробленні методики підтримання процесів створення і використання електронних освітніх ресурсів (WPadV4, AWS).

Методика використання хмаро орієнтованих компонентів на базі спеціалізованого загальнодоступного сервісу (сервіси SaaS) відображає особливість постачання програмного забезпечення навчального призначення на базі моделі SaaS. У цьому випадку програмне забезпечення надається як повністю готовий сервіс, але його не можна сконфігурувати ніяк інакше, воно може бути застосоване тільки до тих цілей, для яких воно призначене виробником.

Елементи змісту тренінгових занять для вчителів з опанування методики використання сервісів науково-навчальної хмари закладу освіти на базі сервісів Microsoft Office 365

Заняття 1. Загальна характеристика Microsoft Office 365

Натиснувши кнопку у верхньому лівому куті можна перейти до наступного вікна — «Запускача програм» (рис. 5.2), де розміщені усі програми, доступ до яких можуть отримати користувачі хмари (Відкрито «Запускач програм — верхня ліва кнопка з квадратиками). До їх складу входять: пошта (Outlook); календар; сховище файлів (OneDrive); засоби для розроблення сайтів (SharePoint Online); редактори текстів (Word Online),

презентацій (PowerPoint Online), електронних таблиць (Excel Online); електронний записник (OneNote Online); панель адміністратора та інші.

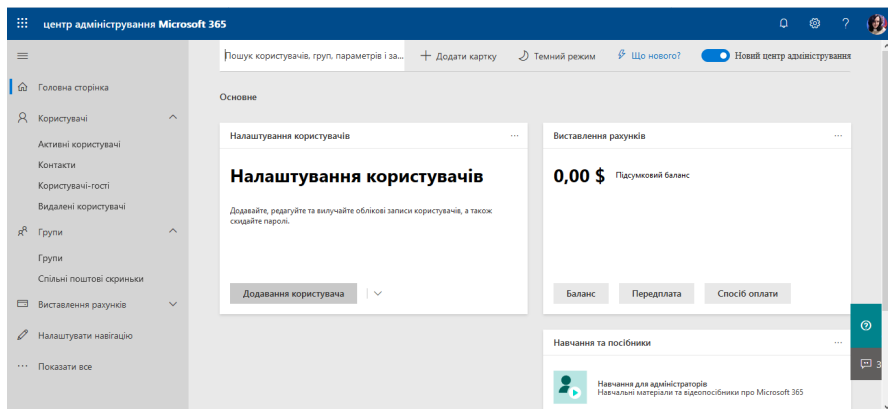


Рис. 5.1. Інтерфейс адміністратора хмари

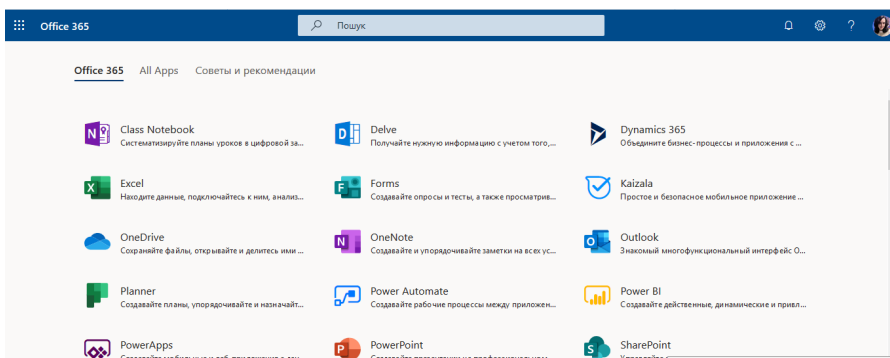


Рис. 5.2. Відкрито запускач програм

Для планування і підтримання спільної роботи відділу наукової установи доцільно застосовувати засоби *Електронної пошти* (Outlook), що містяться у хмарі, і, таким чином, є доступними лише для зареєстрованих учасників. За допомогою електронної пошти зручно інформувати представників груп користувачів про актуальні події, причому повідомлення автоматично потрапляють до потрібних груп, які треба попередньо створити за допомогою диспетчера контактів Outlook.

Створення груп в інтерфейсі поштової скриньки — зручний спосіб організації науково-дослідної діяльності у відділі. Пошта — альтернативний спосіб одержати доступ до усіх ресурсів та дій у групі (має доступ кожен член групи).

На Рис. 5.3 зображено інтерфейс поштової скриньки, а також — групи користувачів, створені в процесі роботи: «Співробітники», «Аспіранти», «Докторанти». Зліва — папки та групи папок, посередині — перелік листів, справа — повний текст обраного листа.

Тепер не потрібно прописувати кожного разу усіх аспірантів відділу, якщо їм треба відправити листа з повідомленням про деяку подію, що стосується саме аспірантів. Для цього достатньо — обрати групу й усі вказані під час реєстрації користувачі автоматично одержуватимуть потрібні листи в якості масової розсилки.

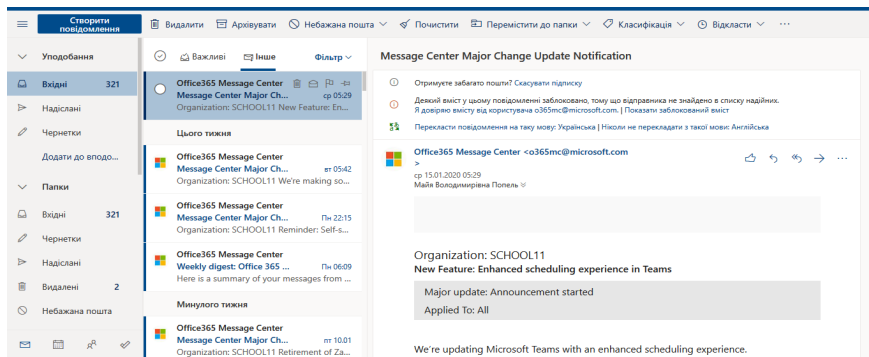


Рис. 5.3. Інтерфейс поштової скриньки

Документи, що містяться у папках груп, мають специфічне призначення, що стосується діяльності групи. Зазвичай, ці файли відкриті для доступу всіх членів групи, їх можна переглядати, редагувати, спільно опрацьовувати. Наприклад, у групі «Аспіранти» створено папку «Річна атестація» (Рис. 5.4).

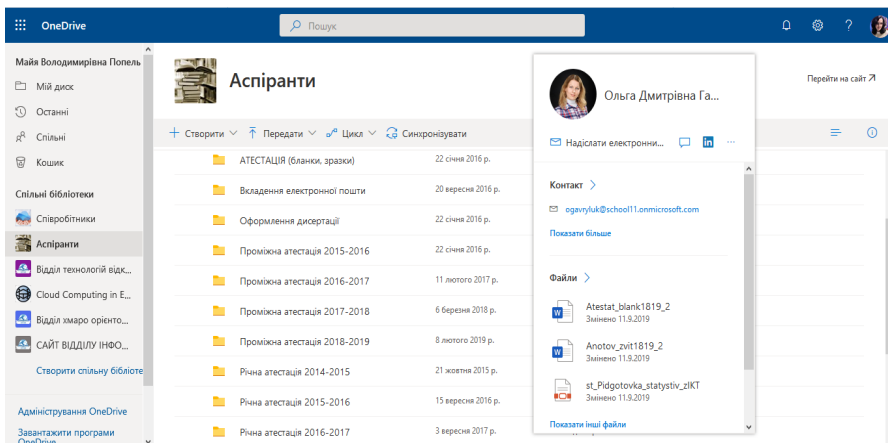


Рис. 5.4. Вміст групової папки «Аспіранти»

До групової папки має доступ кожен член групи. Може додавати нові файли, створювати папки, завантажувати файли до хмари, скачувати. У цих папках доцільно зберігати у структурованому вигляді тематичні, звітні відомості різних категорій користувачів.

Елементи змісту тренінгових занять для вчителів з опанування методики використання сервісів адаптивного управління контентом на базі загальнодоступної хмари (Google Docs, IBM Vox, Microsoft Office 365).

Заняття 1. Управління доступом до контенту на базі платформи IBM Vox

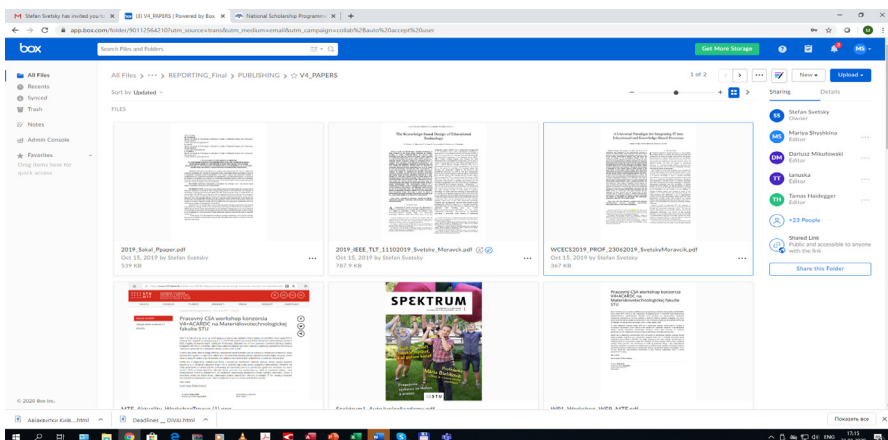


Рис. 5.5. Вміст папки «Публікації»

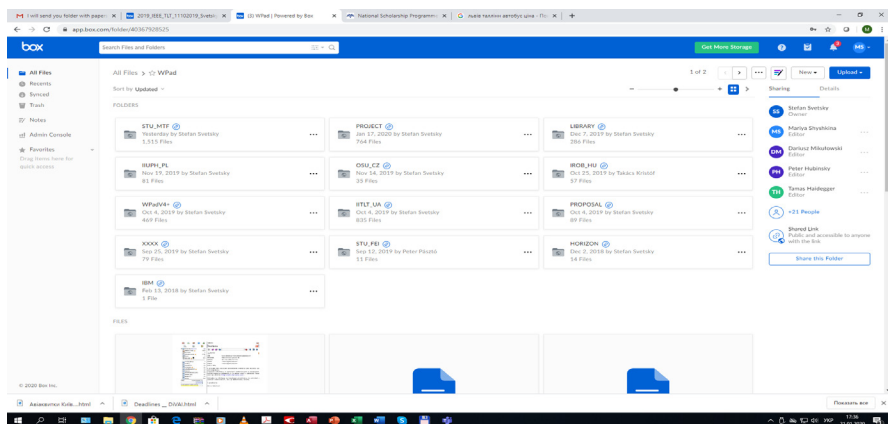


Рис. 5.6. Управління доступом до файлів в IBM Vox

Зареєстровані користувачі можуть отримувати колективний та індивідуальний доступ до інформаційних матеріалів, розміщених на базі платформи (Рис. 5.7).

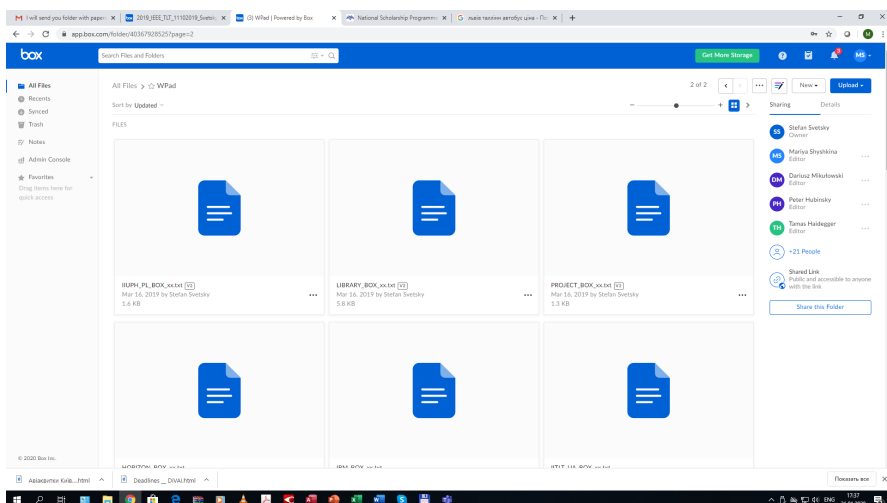


Рис. 5.7. Управління доступом до файлів для груп користувачів

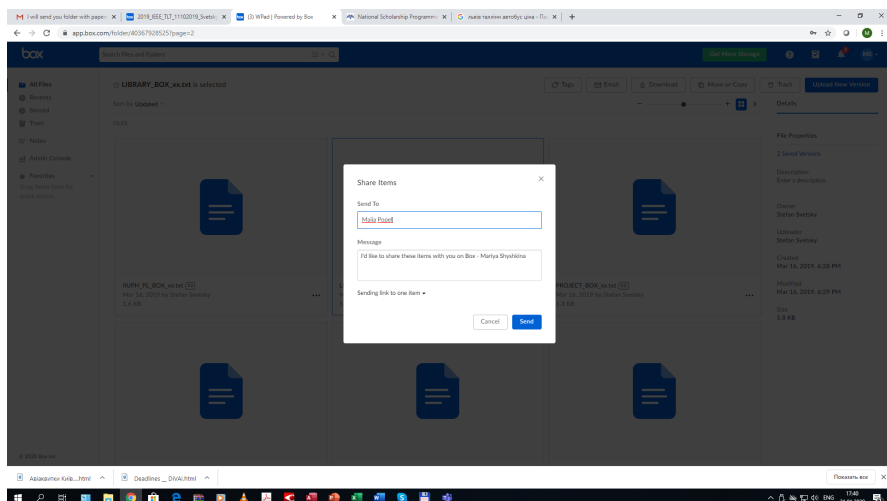


Рис. 5.8. Опція «Поділитися документом» (вислати на е-мел)

Можна створювати нотатки, пересилати повідомлення, надавати доступ до потрібного контенту (Рис. 5.9).

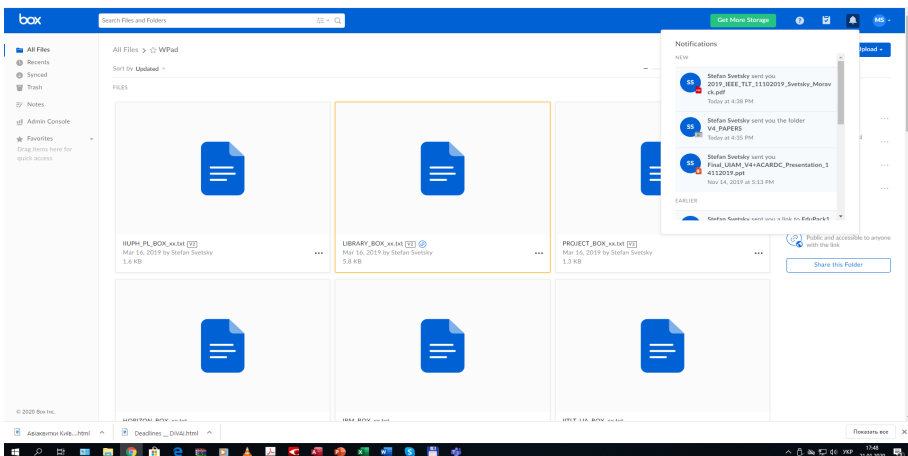


Рис. 5.9. Інтерфейс перегляду повідомлень

Елементи змісту тренінгових занять для вчителів з опанування методики підтримування процесів створення і використання електронних освітніх ресурсів (WPadV4, AWS).

Заняття 1. Створення електронних ресурсів із використанням WPadV4

На Рис. 5.10 зображено результат роботи програми WPadV4, завантаженої на віртуальний робочий стіл, створений на базі AWS, за допомогою якої розроблено навчальний пакет електронних освітніх ресурсів, що містить інформаційні матеріали проєкту. На лівій панелі — опис кожного ресурсу, при натисканні кнопкою миші відповідного рядка відкривається зміст ресурсу.

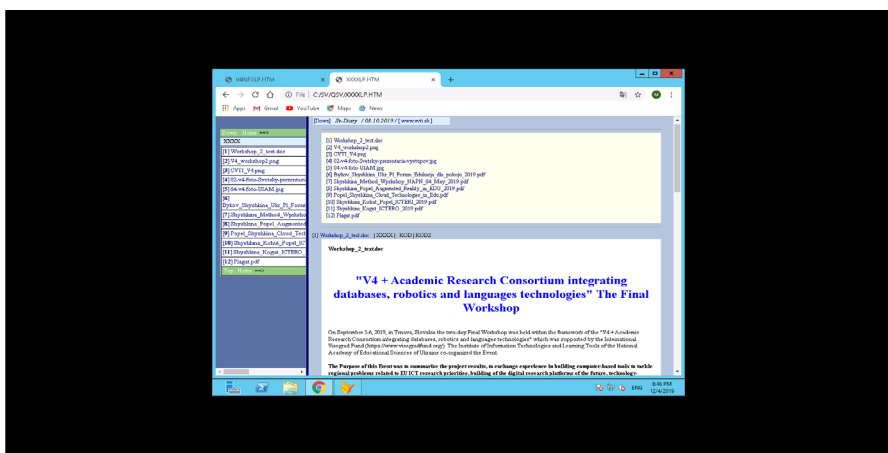


Рис. 5.10. Створення пакету навчальних матеріалів із використанням програми WPadV4

РОЗДІЛ VI

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ АДАПТИВНОЇ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Рекомендації щодо застосування адаптивних хмаро орієнтованих систем у професійній підготовці вчителів:

Адаптивна хмаро орієнтована система — це хмаро орієнтована система (яка ґрунтується на хмарній платформі), що за своїми параметрами може автоматично налаштовуватися у відповідності до цілей і завдань організації процесу навчальної, наукової індивідуальної або групової взаємодії, участі у проєктній діяльності, наукового співробітництва, різних індивідуальних особливостей та освітньо-наукових потреб учасників віртуального навчального або дослідницького колективу. Хмарні технології забезпечують реалізацію базових характеристик організації освітньо-наукового середовища, а саме: відкритість та гнучкість. Якщо змінюються цілі і завдання розвитку середовища, можливо адекватно змінювати його інструменти, а також загальний склад і структуру, модернізувати методи їх використання. Отже, структуру та склад можна узгодити з запланованими цілями розвитку та новими викликами, які можуть з'явитися в майбутньому. У зв'язку з цим, запровадження різноманітних засобів і інструментів формування хмаро орієнтованих віртуальних систем відкритого навчання і досліджень у закладах освіти потребує першорядової уваги.

Доцільно включати методики використання компонентів корпоративної та загальнодоступної хмари закладу освіти (баз даних, адаптивних систем управління контентом, додатків та офісного програмного забезпечення, спеціалізованих програмних засобів навчання, засобів мовних технологій, навчальних роботів та ін.), а також сервіси загальнодоступних інформаційних систем (науково-освітніх інформаційних мереж та

інфраструктур, хмарних освітніх, наукових сервісів) до змісту навчання і професійного розвитку вчителів.

Створення умов орієнтованої системи ІТ-підтримки дослідницької діяльності віртуального наукового/навчального колективу може бути здійснено на основі мережної ІКТ інфраструктури, навчального програмного забезпечення WPadV4 та методики створення навчальних пакетів та супутніх навчальних матеріалів і їх багатомовної підтримки. Опрацювання знань та контекстно керованих таблиць даних виконується додатком бази даних WPadV4, автор С. Свєцький [205]. Оскільки це програмне забезпечення засноване на абстрагуванні метаданих та контенту, воно дозволяє користувачам обробляти будь-який контент у структурі за замовчуванням. Таким чином, користувач може створювати таблиці знань для побудови навчальних текстів, матеріалу для лекцій та вправ.

З точки зору опрацювання людиною, подання знання відбувається за допомогою блоків метаданих та контенту, в які користувач може вставити свій текст або текст взагалі будь-який текст ASCII. Вчитель може вставляти будь-які навчальні матеріали чи текст безпосередньо у віртуальні таблиці знань за допомогою звичайної мови без необхідності використання інших машинних мов. У цьому випадку за допомогою метаданих ідентифікують зміст, який складається у вигляді тексту, написаного вручну. Таблиці WPadV4 можуть бути використані для підтримування будь-яких видів діяльності, наприклад: проектування пакетів навчальних матеріалів, створення інформаційних таблиць або таблиць науково-технічних даних, формування таблиць пошуку, створення навігаційних таблиць, створення персональних таблиць для дозвілля, конспектів, організаційного призначення, особистих календарів, таблиці організації самонавчання, таблиці підтримування електронного навчання, багатомовні таблиці (словники, фрази,...), таблиці управління файлами тощо.

Прикладне програмне забезпечення WPadV4 доцільно встановлювати на віртуальних робочих столах з Windows 10 для комп'ютерів дослідників та учасників навчального/наукового проекту. Бета-версія WPadV4 є базовим рішенням для навчального робота / персональної системи організації управління контентом. Цей засіб також можна використовувати на мобільному додатку (що містить модуль озвучування тексту) для Android. З моменту усвідомлення важливості віртуальних таблиць знань дослідження авторів були більш систематично зосереджені на побудові освітньої технології на основі знань, що складається з навчального програмного забезпечення та онлайн / офлайн-інфраструктури, що містить сховища знань експертів та мовні та освітні пакети. Це додатково охоплює вирішення проблем віртуального подання знань та передачі

файлів навчального контенту у межах діючої інфраструктури. Моделювання цих елементів у спільноті дослідників («спільнота інноваторів») пояснюється через проєктування використання хмарного сервісу та віддаленого робочого столу.

Пілотна система ІТ підтримки, апробована в результаті досліджень, містить, зокрема, такі елементи, як:

- а) спільна ІКТ-інфраструктура, яка дає змогу всім партнерам V4 + отримувати доступ та здійснювати спільну діяльність зі своїх персональних чи робочих комп'ютерів чи навчальних аудиторій (хмарні обчислення, віртуальні машини та система веб-сторінок);
- б) методика проєктування та напівавтоматичного виготовлення навчальних пакетів, бібліотек, наукових сервісів, системи пошуку з використанням багатофункціонального програмного забезпечення WPadV4, яке було розвинуто в межах проєкту;
- в) перші кроки щодо того, як забезпечити багатомовну підтримку ІТ на мовах V4 +, яка поєднана з англійською мовою — ця підтримка є важливою для написання наукових робіт, а також для розробки та спільної підготовки навчальних текстів V4 + для підтримки побудови академічних курсів англійською.

Результат, розроблений у проєкті: Віртуальний робочий простір на базі віртуальної машини з Windows 10 — у вигляді віддаленого робочого столу. Це означає, що всі партнери мають однаковий комп'ютер (з доступом через пароль). Це було потрібно для розробки та тестування програмного забезпечення WPadV4 для виробництва програмних продуктів, наприклад, навчальних пакетів. Хмарна платформа була використана для стійкої інформаційної підтримки життєвого циклу проєкту відповідно до спільно визначених цілей та інформаційно-технологічної інтеграції управління проєктом. Платформа виявилася придатною для задоволення цих потреб та працювати над завданнями узгоджено та в інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі.

Принципи та пріоритети відкритої науки були дотримані завдяки використанню хмарної платформи навчання та досліджень для підтримки процесів співпраці. Серед них було спілкування, пошук інформації, дослідження даних, обмін результатами та методами, управління контентом, оскільки всі необхідні матеріали, такі як інструктивні матеріали, статті, навчальні матеріали, колекції документів тощо, наразі підтримуються та доступні на платформі. Адаптивне управління контентом підтримувалося дослідницьким інструментом WPadV4, який використовувався для обробки доступних даних на базі стійкої моделі. Таким чином, усі дані, зібрані в ході дослідження, були обґрунтованими, доступними,

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

У процесі навчання і професійного розвитку вчителів доцільно застосовувати засоби і сервіси адаптивної хмаро орієнтованої системи, спроектовані у відповідності до моделі цієї системи, до складу якої було запропоновано віднести компоненти корпоративних хмаро орієнтованих систем (електронні бібліотеки, бази і сховища даних, системи адаптивного управління контентом, хмаро орієнтовані офісні програмні додатки, спеціалізоване програмне забезпечення навчального та наукового призначення, сервіси комунікації та інші), а також сервіси загальнодоступних інформаційних систем (науково-освітніх інформаційних мереж та інфраструктур, хмарні освітні, наукові сервіси).

У процесі навчання і професійного розвитку вчителів доцільно використовувати комп'ютерно орієнтовані системи і платформи, що мають низку переваг, апробовані в різних освітніх і соціокультурних середовищах і нині широко застосовуються у світовому освітньому просторі: адаптивні платформи навчального призначення (англ. Curriculum Platforms: Alta, Cerego, Fishtree, Fulcrum Labs, LearnSmart, RedBird Advanced Learning, Socrative); адаптивні системи управління навчанням (LMS), створення навчальних курсів (Knewton, Neo LMS, Open Learning Initiative (OLI)); системи адаптивного тестування (Smart Sparrow, Typeform, Quizalize); адаптивні платформи навчання дорослих (Elevate) та інші.

У процесі проектування адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та підвищення кваліфікації вчителів загальної середньої освіти доцільно застосовувати методику використання сервісів науково-освітньої хмари закладу освіти на базі Microsoft Office 365 — для пошуку, подання і опрацювання даних і відомостей у відкритих системах навчання і досліджень; сервісів комунікації; опрацювання даних Power Bi; методику адаптивного управління контентом; створення та використання електронних освітніх ресурсів (WPadV4, AWS), інші види адаптивного опрацювання даних.

Організувати навчальну взаємодію у персоналізованому освітньому середовищі доцільно з використанням сервісів науково-освітньої хмари закладу освіти (зокрема, на базі Microsoft Office 365), сервісів web-конференцій та підтримувannya дистанційного навчання (G Suite for Education, FaceTime, Google Duo, Hangouts та інші).

Асистивні технології, що є суттєвим складником адаптивних хмаро орієнтованих систем, доцільно використовувати у процесі навчання і професійного розвитку вчителів поряд з іншими видами сервісів, їх за-

стосування забезпечує підтримування окремих видів діяльності осіб з особливостями психофізичного розвитку (ОПФР). Асистивні технології (АСТ) охоплюють широкий спектр інструментів, стратегій та послуг, що відповідають індивідуальним потребам, можливостям і завданням людини, зокрема, оцінку потреб індивіда з ОПФР, функціональну оцінку середовища, в якому він/вона перебуває, а також відбір, проектування, налаштування, адаптування, застосування, технічне обслуговування, ремонт та/чи заміну сервісів АСТ, їхнє координування з освітніми та реабілітаційними планами і програмами для всебічного розвитку і повноцінної інклюзії.

У процесі навчання і професійного розвитку вчителів доцільно застосовувати хмарні сервіси відкритої науки, зокрема, сервіси європейських дослідницьких інфраструктур; науково-освітніх мереж; хмарні сервіси збирання, подання і опрацювання даних; а також сервіси Європейської хмари відкритої науки.

Доцільним є запровадження хмарного сервісу CoCalc до процесу навчання вчителів математики і інформатики, що потребує врахування певних особливостей формування змісту низки математичних та інформатичних дисциплін, інших підходів до розв'язання класичних завдань. Диференціювати завдання допоможе включення до освітнього процесу більшої кількості засобів, які представлені в хмарному середовищі: Chatroom, LaTeXDocument, ManageaCourse, TaskList, а не лише найбільш поширеного ресурсу — робочого аркушу.

Якщо сформувати єдине середовище навчання, зміст якого може доповнюватися і модифікуватися у процесі його використання, на основі персоналізованих, адаптивних технологій, можна більш повною мірою реалізувати справжній революційний потенціал навчання протягом усього життя. Поєднання адаптивних хмарних систем та сучасних освітніх технологій стане ефективним рішенням проблем організації навчання і професійного розвитку вчителів, що сприятиме більш високій адаптивності системи освіти до індивідуальних особливостей підготовки педагогічних та науково-педагогічних кадрів. Використання адаптивних технологій нині можна спрямовувати на поєднання з іншими перспективними технологіями, зокрема віртуальною і доповненою реальністю. Це забезпечить ефективні сучасні інструменти для персоналізації навчання.

Компоненти методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

Метою створення хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї є реформування підготовки вчителів, підвищення її якості,

доступності та конкурентоспроможності. 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».

Методична система підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї являтиме ряд окремих методик використання хмарних сервісів (чи хмаро орієнтованих систем). До складу методичної системи належать: методика використання хмарних сервісів, що забезпечують пошук, збирання, накопичення даних; методика використання хмарних сервісів для подання, опрацювання, візуалізація закономірностей у даних; методика аналізу і та інтерпретації отриманих результатів з використанням хмарних сервісів; методики для валідації, дискусії, колективного оцінювання висновків, рецензування в межах хмаро орієнтованої системи та подальше впровадження і її оприлюднення отриманих результатів.

В якості мети для створення методичної системи підготовки виступає: формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. В якості хмаро орієнтованої системи виступатиме платформа відкритої науки (з окремим інструментарієм), зокрема передбачено застосування її компонентів в освітньому процесі. Цьому сприятиме ширший доступ до інструментарію Європейської хмари відкритої науки та підвищення рівня науковості організації навчання у науковому ліцеї.

Зміст методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї 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.

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

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

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

Результативний компонент: розширення доступу до хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем, підвищення рівня організації наукових досліджень в у наукових ліцеях, підвищення рівня ІКТ ІКТ-компетентності вчителів та учнів.

До переліку сервісів хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї відносяться в якості окремої частини хмарні сервіси Європейської хмари відкритої науки. Методика використання сервісів хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї є одним з компонентів методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Європейська хмара відкритої науки — це хмара, яка поєднує в у 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 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 підготовки вчителів до роботи в наукових ліцеях. В У подальшому, вчителі зможуть методично виважено використати окремі сервіси в навчальному процесі.

Цільовий компонент.

Мета: розгортання сервісів Європейської хмари відкритої науки в хмаро орієнтованій системі навчання та професійного розвитку вчителів наукових ліцеїв, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів, підвищення рівня ІКТ-компетентності.

Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

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

Технологічний компонент.

Методи навчання: практичний; проблемне викладання; дослідницький; частково-пошуковий; проблемно-пошуковий; пояснювально-ілюстративний.

Форми навчання: лекції, самостійні, комп'ютерний практикум, навчальні і тренінгові заняття; семінари-практикуми, вебінари, пояснення, індивідуальні консультації.

Засоби навчання: інструментарій (окремі хмарні сервіси) Європейської хмари відкритої науки (EOSC) 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 (ноутбук, нетбук, планшетом), можливе використання смартфона. Обов'язкова умова: наявне підключення до мережі Інтернет (дротове, мобільне чи через Wi-Fi).

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

ВИСНОВКИ

1. Поняттєво-термінологічний апарат дослідження охоплює такі основні терміни, що характеризують напрями, предмет і об'єкт дослідження: «адаптивна хмаро орієнтована система», тобто така система, в у якій на основі хмаро орієнтованого підходу забезпечується можливість автоматичного налаштування її параметрів на індивідуальні особливості тих, хто навчається; «хмарні освітні/наукові сервіси», «професійний розвиток вчителя» та ін.;
2. У результаті аналізу вітчизняних і зарубіжних джерел можна виокремити наступні основні етапи еволюції засобів і технологій адаптивних хмаро орієнтованих систем в освіті, зокрема: програмоване навчання; комп'ютерні програми навчального призначення; комп'ютерні програми з моделлю вчителя; імітаційне моделювання наукового знання; адаптивні хмаро орієнтовані системи.;
3. Принципи, методи і підходи до формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладах освіти охоплюють:
 - принципи відкритої освіти, серед яких: принцип мобільності учнів і вчителів; рівного доступу до освітніх систем; надання якісної освіти; формування структури та реалізації освітніх послуг;
 - принципи відкритої науки, такі як: відкритий доступ; відкриті дані; відкрита комунікація і оцінювання та ін.;
 - специфічні принципи, характерні для хмаро орієнтованих систем, серед них: персоніфікації сервісів; уніфікації інфраструктури; гнучкості і масштабованості та ін.;
4. Проведений аналіз та оцінювання стану використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі свідчить, що адаптивність комп'ютерно орієнтованих систем, що застосовуються у закладах освіти, реалізується здебільшого не в повній мірі; використання хмаро орієнтованих сервісів не є комплексним, обумовленим і підпорядкованим педагогічним цілям навчання вчителів; .
5. На основі опитування, проведеного з метою дослідження сучасного стану використання адаптивних хмаро орієнтованих систем у вітчизняному освітньому просторі, у якому взяли участь представників представники закладів вищої та післядипломної педагогічної освіти України (всього 31 закладів — 16 ЗВПО; 10 ІППО), можна зробити висновок, що хмаро орієнтовані платформи застосовуються лише у 16% закладів.

-
6. До складу засобів і сервісів формування адаптивних хмаро орієнтованих систем у закладі педагогічної освіти доцільно віднести компоненти корпоративної хмари закладу освіти (бази і сховища даних, системи адаптивного управління контентом, хмаро орієнтовані офісні програмні додатки, спеціалізоване програмне забезпечення навчального та наукового призначення, сервіси комунікації та інші), а також сервіси загальнодоступних інформаційних систем (науково-освітніх інформаційних мереж та інфраструктур, хмарні освітні, наукові сервіси).
 7. У складі моделі адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти виокремлено компоненти корпоративної хмари закладу освіти, а також сервіси загальнодоступних інформаційних систем.
 8. У процесі проектування адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти доцільно застосовувати методику використання сервісів науково-навчальної хмари закладу освіти на базі сервісів Microsoft Office 365; методику використання сервісів адаптивного управління контентом на базі загальнодоступної хмари; методику підтримування процесів створення і використання електронних освітніх ресурсів.
 9. Завдяки ширшому залученню в освітньо-науковий процес закладів освіти засобів і сервісів хмаро орієнтованих платформ, а також різних типів корпоративних хмарних сервісів вдається досягти позитивних змін у здійсненні цієї діяльності, поліпшенні її якісних і кількісних показників, застосуванні нових форм і моделей її організації, що позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Адаптивні технології управління навчанням* : матеріали першої міжнародної конференції. Одеса, 23-25 вересня 2015 року. Одеса, 2015. 158 с.
2. Бас С. В. Формування предметної компетентності у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет». Кривий Ріг, 2015. 301 с.
3. Биков В. Ю. Відкрита освіта і відкрите навчальне середовище. *Теорія і практика управління соціальними системами* / Щоквартальний науково-практичний журнал, 2008. №2. С. 116-123.
4. Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти. URL : <http://www.enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/703/1/2.pdf> (Дата звернення 30.11.2020).
5. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище Інтернет-користувача : особливості модельного подання та освітнього застосування. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. №17. С. 9-37.
6. Биков В. Ю. *Моделі організаційних систем відкритої освіти*. Київ : Атіка, 2009. 684 с.
7. Биков В. Ю. Сучасні мережні засоби, технології та інструменти систем відкритої освіти. Доповідь на Методологічному семінарі НАПН України «ІКТ навчання : стратегія розвитку і досвід упровадження». м. Київ, 16 березня 2011 року.
8. 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.
9. Биков В. Ю. Технології хмарних обчислень, ІКТ-аутсорсінг та нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ. *Інформаційні технології в освіті*, 2011. №10. С. 8-23.
10. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсінг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. *Інформаційні технології в освіті*, 2011. № 10. С. 8-23.
11. Биков В. Ю., Гуржій А. М., Шишкіна М. П. Концептуальні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу вищої педагогічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2018. Вип.50. С. 21-26.
12. Биков В. Ю., Лапінський В. В. Методологічні та методичні основи створення і використання електронних засобів навчального призначення. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2012. № 2 (98). С. 3-6.
13. Биков В. Ю., Лещенко М. П. Цифрова гуманістична педагогіка відкритої освіти. *Теорія і практика управління соціальними системами* : філософія,

психологія, педагогіка, соціологія : наук.-практ. журн. Харків. 2016. № 4. С. 115-130.

14. 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.
15. Богдан В. О., Носенко Ю. Г. Модель використання хмарних сервісів Google в управлінні освітньою діяльністю закладу дошкільної освіти. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського*. Педагогічні науки, 2018. № 2 (61). С. 29-35.
16. Бондар В. І., Шапошнікова І. М. Адаптивне навчання студентів як передумова реалізації компетентнісного підходу до професійної підготовки вчителя. *Рідна школа*, 2013. № 11. С. 36-41. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2013_11_7 (Дата звернення 30.11.2020).
17. 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.
18. Варски А., Исмингер Д. *Документация Power BI*, 2018. URL : <https://docs.microsoft.com/ru-ru/power-bi/> (Дата звернення 30.11.2020).
19. Василенко А. Ю. Розвиток та реалізація політики відкритої науки в державах ЄС: приклад Франції. *Державне управління: теорія та практика*, 2019. 1, 71-77.
20. *Великий тлумачний словник сучасної української мови* (з дод. і допов.) / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ ; Ірпінь : Перун, 2005. 1728 с.
21. Величко В. Ю., Попова М. А., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. ТОДОС — ІТ-платформа формування трансдисциплінарних інформаційних середовищ. *Системи озброєння і військова техніка*, 2017. № 1 (49). С. 10-19.
22. Відкрита освіта: новітні технології у навчальному процесі та освітньому менеджменті як засіб інтенсифікації розвитку освітньо-наукової системи України. Аналітична записка. URL : <http://www.niss.gov.ua/articles/721> (Дата звернення 30.11.2020).
23. Гаврилюк О. Д. Особливості підготовки бакалаврів статистики. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету*. Серія: Педагогіка, 2018. № 1 (20). С. 250-255.
24. Глазунова О. Г. Принципи формування «Академічної хмари» сучасного університету на основі відкритих програмних платформ. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014. Т. 43, вип. 5. С. 174-188. URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ITZN_2014_43_5_17.pdf (Дата звернення 30.11.2020).
25. Голуб Б. Л. Хмарний сервіс Discord: поради для проведення онлайн лекцій, 2020. URL : <https://nubip.edu.ua/node/73205> (Дата звернення 30.11.2020).
26. 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.

-
27. Григорьев С. Г., Гриншкун В. В. *Информатизация образования. Фундаментальные основы*. Томск : Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2008. 286 с.
 28. 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.
 29. Дем'яненко В. Б. Мережні електронні площадки як засіб формування інформаційної системи навчального призначення для учнів Малої академії наук України. *Інформаційні технології в освіті* : збірник наукових праць, 2012. Випуск 12. С. 146-152.
 30. Дем'яненко В. Б., Дем'яненко В. М. Мережні інструменти для забезпечення адаптивності навчання. Інноваційні технології навчання обдарованої молоді : матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції, 7-8 грудня 2016 року, м. Київ. Інститут обдарованої дитини, 2016. С. 17-22.
 31. Дем'яненко В. Б., Дем'яненко В. М. Онтологічні аспекти освітніх сервісів адаптивного навчання. *Наукові записки* : збірник наукових статей / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; упор. Л. Л. Макаренко. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2017. Випуск СXXXIII (133). С. 68-78.
 32. Дем'яненко В. Б., Дем'яненко В. М., Стрижак О. Є. Відкрита освіта у викликах сьогодення. *Навчання і виховання обдарованої дитини : теорія та практика* : збірник наукових праць, 2016. Випуск 2 (17). С. 49-55.
 33. Дем'яненко В. Б., Кальной С. П., Стрижак О. Є. Онтологічні аспекти побудови е-сценарію супроводу процесу наукових досліджень учнів Малої академії наук України. *Інформаційні технології в освіті* : збірник наукових праць, 2013. Випуск 15. С. 242-249.
 34. Дем'яненко В. Б., Стрижак О. Є. Комп'ютерні онтології — технологічна основа формування освітянських інформаційних ресурсів. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2011. Том 22. № 2. URL : http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/419#VEzCT8J_vTQ (Дата звернення 30.11.2020).
 35. Дем'яненко В. М. Освітні сервіси персоналізованого навчання. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2017. № 5 (141). С. 24-27.
 36. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2011. Вип. 11. С. 3-15.
 37. Кашубін С. Г. Машинне навчання — технологія сучасності. URL : <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/initki/txt/kashubin.pdf> (Дата звернення 30.11.2020).
 38. Кіяновська Н. М. Засоби ІКТ навчання у фундаментальній підготовці майбутніх інженерів : досвід США. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*,

-
2012. Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. С. 203-207. URL : http://fizika.kam-pod.org/zbirniku/Zbir18/zb_18/r5/p5_4.pdf (Дата звернення 30.11.2020).
39. Кіяновська Н. М. Хмарно орієнтовані засоби навчання вищої математики майбутніх інженерів : досвід США. Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг — Київ — Черкаси — Харків, 21 грудня 2012 р.). Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. С. 129
40. *Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика*: монографія / Довгий С. О. та ін.; Київ : Інститут обдарованої дитини, 2013. 310 с.
41. Кравцов Г. М. Роль стандартів в управлінні якістю електронних освітніх ресурсів. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. № 14. С. 71-79.
42. Кухаренко В. М. Про систему дистанційного навчання у відкритому дистанційному курсі. *Інформаційні технології в освіті*, 2012. Випуск 11. С. 32-42.
43. Кухаренко В. М. Теорії навчання на сучасному етапі розвитку дистанційного навчання. *Теорія та методика електронного навчання*, 2012. Том III. С. 153-161.
44. 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. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2014_4_3 (Дата звернення 30.11.2020).
45. Литвинова С. Г. Концептуальні засади проектування та розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу. *Вісник Черкаського національний університету ім. Б. Хмельницького. Серія : Прикладна математика. Інформатика*, 2015. № 18 (351) С. 3-12.
46. Литвинова С. Г. Методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища на рівні учня загальноосвітнього навчального закладу. *Нові технології навчання : наук.-метод. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України*, 2015. Вип. 84. С. 151-157/
47. Литвинова С. Г. Методологічні підходи та принципи розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища. *Проблеми освіти : наук.-метод. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України*, 2015. Вип. 83. С. 48-52.
48. Литвинова С. Г. *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу* : монографія. Київ : ЦК «Компринт», 2016. 354 с.
49. Литвинова С. Г. Хмарні технології : особливості діяльності вчителів-предметників у віртуальних предметних спільнотах. *Теорія та методика електронного навчання*, 2013. Випуск IV. С. 165-170.

-
50. Литвинова С. Г., Спірін О. М., Анікіна Л. П. *Хмарні сервіси Office 365* : навчальний посібник. Київ : Компринт, 2015. 170 с.
 51. Любарський С. В. Адаптивні алгоритми оцінки знань в інтелектуальній комп'ютерній тренажерній системі навчання. *Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КПІ»*. 2010. № 2. С. 59-64.
 52. Манако А. Ф. К вопросу о создании и развитии современных электронных специализированных пространств для поддержки образования. *Міжнародний журнал «Образовательные технологии и общество» (Educational Technology & Society)*, 2014. V. 17. № 1. С. 522-530 URL : http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17_i1/pdf/12.pdf (Дата звернення 30.11.2020).
 53. Манако А. Ф., Синица 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 30.11.2020).
 54. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. *Фізико-математична освіта*, 2019. № 4. С. 93-99.
 55. Маркова О. М., Семеріков С. О., Стрюк А. М. Хмарні технології навчання : витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. Т. 46, вип. 2. С. 29-44. — URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ITZN_2015_46_2_6.pdf (Дата звернення 30.11.2020).
 56. Машинне навчання. URL : <https://goo.gl/N6cKCo> (Дата звернення 30.11.2020).
 57. Мерзликін О. В. Програмне забезпечення відеоаналізу у навчальному фізичному експерименті. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна*, 2012. Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики : національний та міжнародний досвід. С. 123-125.
 58. 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, 2018. Vol. 2168. Pp. 13-19. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/> (Дата звернення 30.11.2020).
 59. *Модельювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального середовища* : монографія / Копняк Н. та ін. / за заг. ред. С. Г. Литвинової. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 163 с.
 60. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#n10> (Дата звернення 30.11.2020).
 61. Нікшич С. М. Об'єкти логістичних витрат промислових підприємств. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*, 2007. № 594. С. 477-483.
 62. Нові тенденції і прогнози розвитку освітніх технологій у світі на наступні п'ять років. URL : <http://profspilka.kiev.ua/publikacii/novyny/4195-nov>

tendencyi-prognozi-rozvitku-osvtnh-tehnology-u-svt-na-nastupn-pyat-rokv.html (Дата звернення 30.11.2020).

63. Носенко Ю. Г. Адаптивні системи навчання : сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта* : наук. журн, 2018. № 3 (17). С. 73-78.
64. Носенко Ю. Г. Еволюція хмарних обчислень як актуального засобу навчання. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, 2015. № 5. С. 27-32.
65. Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Технології підтримки персоніфікованого навчального середовища. *Нова педагогічна думка* : наук.-метод. журн, 2018. № 3 (95). С. 45-50.
66. Олексюк В. П. Упровадження технологій хмарних обчислень як складових ІТ-інфраструктури ВНЗ. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014. Т. 41, вип. 3. С. 256-267. URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ITZN_2014_41_3_26.pdf (Дата звернення 30.11.2020).
67. 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.), 2018. С. 20-26.
68. Панченко Л. Ф. Теоретико-методологічні засади розвитку інформаційно-освітнього середовища університету : автореф. дис.... д.пед.н.: 13.00.10 / Луганськ, 2011. 46 с.
69. Пліш І. В. Хмарні сервіси як сучасний засіб в управлінні навчальним закладом. *Новітні комп'ютерні технології*, 2014. Том XII : спецвипуск «Хмарні технології в освіті». С. 45-49.
70. Попель М. В. Power BI як інструмент кількісного та якісного опрацювання результатів наукових досліджень. *Новітні комп'ютерні технології*, 2018. Том XVI. С. 116-122.
71. 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.
72. Попель М. В. Хмарний сервіс CoCalc як засіб формування професійних компетентностей учителя математики : монографія. Кривий Ріг : Видавничий центр Криворізького національного університету, 2018. 241 с.
73. Попель М. В., Шокалюк С. В. Програмні засоби навчального моделювання. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики, фізики, інформатики у середніх та вищих навчальних закладах, Матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. молодих науковців, 17-18 лют. 2011 р. Кривий Ріг: Криворізький держ. пед. ун-т., 2011. С. 364-367.

-
74. Попит на сервіси для відеоконференцій зріс більш ніж у 7 разів. URL : <https://www.globallogic.com/ua/about/news/video-conferencing-services/> (Дата звернення 30.11.2020).
 75. Прийма С. М. Особливості функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем відкритої освіти дорослих. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. 2012. № 3. С. 241—254.
 76. Про вищу освіту : Закон України № 1556-VII. URL : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (Дата звернення 30.11.2020).
 77. Про затвердження Положення про електронний підручник. Наказ, Положення №440 / МОН України. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0621-18> (Дата звернення 30.11.2020).
 78. Про телекомунікації : Закон №1280-IV. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1280-15> (Дата звернення 30.11.2020).
 79. Проект положення про електронні освітні ресурси / БиковВ.Ю. та ін. 2013. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1041> (Дата звернення 30.11.2020).
 80. Промель Ф. Імітація реальності : тренажер для диспетчерів електромереж. *АББ Ревю*, 2005. № 2. С. 62-65.
 81. Семеріков С. О. Мобільність : системний підхід. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. Т. 49. № 5. URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/viewFile/1263/955> (Дата звернення 30.11.2020).
 82. Семеріков С. О., Теплицький І. О., Шокалюк С. В. Мобільне навчання : історія, теорія, методика. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, 2008. № 6. С. 72-82.
 83. Співаковський О. В., Алфьорова Л. М., Алфьоров Є. А. Досвід впливу інформаційно-комунікаційної інфраструктури ХДУ на рівень підготовки майбутніх провідних фахівців у галузі ІТ. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2012. № 5. С. 13-15.
 84. Співаковський О. В., Кравцов Г. М. Цілі, задачі та забезпечення стратегічного плану впровадження інформаційних технологій в концепції розвитку університету. *Інформаційні технології в освіті*, 2012. Вип. 13 (3). С. 9-22.
 85. Стрижак О. Є. Управління знаннями — головна парадигма сучасної освіти. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2016. № 5 (133). С. 9-11.
 86. Стрюк М. І., Семеріков С. О., Стрюк А. М. Мобільність : системний підхід. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. Том 49. № 5. С. 37-70. URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1263/955> (Дата звернення 30.11.2020).
 87. Тарнавська С. В., Середа 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.), 2019. С. 118-121.
 88. 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 30.11.2020).

89. Фатеева С. В. Комплементарность в экономической культуре : понятие, формы и механизм действия : дис.. доктора философских наук : 24.00.01 / Ростов-на-Дону, 2006. 261 с.
90. Федорук П. І. *Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Інтернет-технологій* : монографія. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2008. 326 с.
91. Федорук П. І. Адаптивні тести : статистичні методи аналізу результатів тестового контролю знань. *Математичні машини і системи*, 2007. № 3, 4. С. 122-138.
92. Фіцула М. М. *Педагогіка* : навч. посіб. Київ : Академвидав, 2009. 560 с.
93. Шишкіна М. П. Використання хмарних технологій для підтримки освітніх досліджень у просторі відкритої науки. *Новітні комп'ютерні технології*, 2018. Том 16. С. 105-115.
94. Шишкіна М. П. Використання хмарних технологій у підтримуванні освітніх досліджень у просторі відкритої науки. *Новітні комп'ютерні технології*, 2018. 16. С. 105-115.
95. Шишкіна М. П. Еволюція і сучасний стан сформованості хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища. Адаптивні технології управління навчанням : матеріали першої міжнародної конференції. Одеса, 23-25 вересня 2015 року. Одеса, 2015. С. 59-62.
96. Шишкіна М. П. Інноваційні моделі організації хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Серія: Педагогіка і психологія*, 2014. Випуск 43. Частина 3. С. 300-312.
97. Шишкіна М. П. Методологічні засади проектування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти. *Інформаційні технології в освіті*, 2019. № 5 (41). С. 21-33.
98. Шишкіна М. П. Сервісні моделі формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education*, 2018. 2168. Pp. 1-6.
99. Шишкіна М. П. Тенденції розвитку і стандартизації вимог до засобів ІКТ навчального призначення на базі хмарних обчислень. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*, 2014. Вип. 2 (13). С. 223-231.
100. Шишкіна М. П. *Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу*: монографія. Київ : УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.
101. Шишкіна М. П. Шляхи розвитку і підвищення якості електронних ресурсів у сучасному освітньо-науковому середовищі. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*, 2014. Додаток 4 до Вип. 31, Том IV (12) :

Тематичний випуск «Міжнародні Челпанівські психолого-педагогічні читання». С. 274-279.

102. Шишкіна М. П., Носенко Ю. Г. Актуальні напрями розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічних систем : з досвіду роботи Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*: зб. наук. праць, 2015. 16 (23). С. 153-158.
103. Шишкіна М. П., Попель М. В. Формування хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін на базі SageMathCloud. *Інформаційні технології в освіті*, 2016. № 26. С. 148-165. DOI : 10.14308/ite000578.
104. Шишкіна М. П., Попель М. В. Хмаро орієнтоване середовище навчального закладу : сучасний стан і перспективи розвитку досліджень. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2013. 5 (37). URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676> (Дата звернення 30.11.2020).
105. Шишкіна М. П., Спірін О. М., Запорожченко Ю. Г. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2012. № 1 (27). URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/632/483> (Дата звернення 30.11.2020).
106. Шишкіна М. П., Шокалюк С. В., Попель М. В. Використання сервісів SageMathCloud для організації і підтримання спільної роботи студентів. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки* : наук. журн., 2016. С. 90-100.
107. Штогун А. О. Психолого-педагогічні особливості організації самостійно-пізнавальної діяльності ліцеїстів з біології засобами інформаційних технологій. *Технології навчання*, 2015. № 15. С. 171-183.
108. 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.
109. Ahmad F. K. Assistive Provisions for the Education of Students with Learning Disabilities in Delhi Schools. *International Journal of Fundamental and Applied Research*, 2014. Vol.2, no 9. Pp. 9-16.
110. Ahmad F. K. Use of Assistive Technology in Inclusive Education : Making Room for Diverse Learning Needs. *Transcience Journal*, 2015. Volume 6, Issue 2. URL : https://www2.hu-berlin.de/transcience/Vol6_No2_62_77.pdf (Last accessed: 30.11.2020).
111. Ahmad F. K. Use of Assistive Technology in Inclusive Education: Making Room for Diverse Learning Needs. *Transcience Journal*, 2015. Volume 6, Issue 2. URL : https://www2.hu-berlin.de/transcience/Vol6_No2_62_77.pdf (Last accessed: 30.11.2020).

-
-
112. 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.
 113. Al-Mashaqbeh I., Muneera Al Sh. The Adoption of Tablet and e-Textbooks : first grade core curriculum and school administration attitude. *Journal of Education and Practice*, 2015. Vol. 6. No. 21. Pp. 188-194.
 114. Anjali J., Pandey U. S. Role of Cloud Computing in Higher Education. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2013. Volume 3, Issue 7. Pp. 966-972.
 115. Assistive Technologies Knewton Currently Supports. URL : <https://www.knewton.com/accessibility> (Last accessed: 30.11.2020).
 116. Atabekova A., Gorbatenko R., Chilingaryan K. Students' attitude to cloud-based learning in the university diverse environment : a case of Russia. *Educational Research and Reviews*, 2015. Vol. 10 (1). Pp. 1-9.
 117. Bakeer H. M. S, Abu-Naser S. S. An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR)*, 2018. No 2 (12). Pp. 9-15.
 118. Baloch H. Z., Abdulrhaman A., Ibad N. A. Mobile Collaborative Informal Learning Design : Study of Collaborative Effectiveness Using Activity Theory. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 2012. Vol. 6. Issue 3 (July). Pp. 34-41. URL : <http://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/2090/2280> (Last accessed: 30.11.2020).
 119. Banks G. C. et al. Questions about questionable research practices in the field of management : A guest commentary. *Journal of Management*, 2016. № 42. Pp. 5-20.
 120. 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. № 34. Pp. 257-270.
 121. Barnatt Ch. A. *Brief Guide to Cloud Computing : An essential guide to the next computing revolution*. London : Constable&Robinson Ltd, 2010 265 p.
 122. Benjamin D. J. et al. Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*, 2017. Pp. 6-10.
 123. Brusilovsky P., Peylo C. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence*, 2003. Education Vol. 13, Issue 2-4. Pp. 159-172.
 124. Bulger M. Personalized Learning : The Conversations We're Not Having. URL : https://datasociety.net/pubs/ecl/PersonalizedLearning_primer_2016.pdf (Last accessed: 30.11.2020).
 125. Bykov V. 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 67, No. 6.

-
-
126. 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. № 68 (6). URL : <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409> (Last accessed: 30.11.2020).
 127. 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.
 128. Caudell T. P., Mizell D. W. Augmented reality : An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences. January 7-10, 1992. Kauai, Hawaii. Volume 2: Software Technology Track / Edited by Jay F., Nunamaker Jr. and Ralph H. Sprague Jr. Los Alamitos : IEEE Computer Society Press, 1992. Pp. 659-669.
 129. Celular Con uso Académico (BlueGénesis) / E. Guaman, 2015. URL : <http://bluegenesiscelular.blogspot.com/> (Last accessed: 30.11.2020).
 130. Chao L. Application of Infrastructure as a Service in IT Education. *American Journal of Information Systems*, 2014. Vol. 2, no. 2. Pp. 42-48.
 131. Chao L. Cloud-based learning environment with VMware vCloud Director. SITE-2015. Las Vegas, NV, United States, March 1-6. 2015. Pp.16-18.
 132. Chieng D. Mobile Internet Devices. *HardwareMAG (Singapore)*, 2007. September. Pp. 106-115.
 133. Cieutat J.-M., Hugues O., Ghouaiel N. Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications : Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. *International Journal of Computer Applications*, 2012. Vol. 46. No 20, May. Pp. 31-36. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00739730/document> (Last accessed: 30.11.2020).
 134. CK-12. URL : <https://www.ck12.org> (Last accessed: 30.11.2020).
 135. Cusumano M. Cloud computing and SaaS as new computing platforms. *Communications of the ACM*, 2010. 53(4). Pp. 27-29.
 136. Dahya N. Education in Conflict and Crisis : How Can Technology Make a Difference? A Landscape Review. Bohn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2016. 68 p. URL : https://www.giz.de/de/downloads/giz2016_en_Landscape_Review_ICT_in_Conflict_and_Crisis.pdf (Last accessed: 30.11.2020).
 137. Decoding Adaptive. URL : <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/Pearson-Decoding-Adaptive-v5-Web.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).

-
138. 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. № 6. Pp. 295-298.
 139. Devendra Ch., Eunhee R., Jihie K. Personalized Adaptive Learning using Neural Networks. URL : https://www.researchgate.net/publication/301322460_Personalized_Adaptive_Learning_using_Neural_Networks (Last accessed: 30.11.2020).
 140. 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. Volume 3 (30). Pp. 58-64.
 141. Digital Agenda for Europe. URL : https://europa.eu/european-union/file/1497/download_en?token=KzfSz-CR (Last accessed: 30.11.2020).
 142. Doelitzscher F., Sulistio A., Reich Ch., Kuijs H., Wolf D. Private cloud for collaboration and e-Learning services : from IaaS to SaaS. *Computing*, 2011. 91. Pp. 23-42.
 143. Dubey K. et al. A Management System for Servicing Multi-Organizations on Community Cloud Model in Secure Cloud Environment. *IEEE Access*, 2019. No 7. P. 159535-159546.
 144. Ethiraj S. K., Gambardella A., Helfat C. E. Replication in strategic management. *Strategic Management Journal*, 2016. № 37. Pp. 2191-2192.
 145. 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. № 6. Pp. 287-290.
 146. Glazunova O., Shyshkina M. The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Clou-based Learning and Research Environment. *CEURWorkshop Proceedings*, 2018. Vol.2104. Pp.332-341.
 147. Grid як четвертий етап розвитку інформатизації. *Grid в дослідницькому університеті*, 2011. URL : <http://grid.kpi.ua/index.php/uk/what-is-grid/2-grid-yak-chetvertiy-etap-rozvitku-nformatizac-.html> (Дата звернення 30.11.2020).
 148. Groff S. J. Personalized Learning : The State of the Field & Future Directions. URL : https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/PersonalizedLearning_CR_May2017.pdf (Last accessed: 30.11.2020).
 149. Hager P. J. *Formal Learning. Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables* / Ed. N. M. Seel. New York, Dordrecht, Heidelberg, London : Springer, 2012. Pp. 1314-1316.
 150. Hager P. J. *Informal Learning. Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables* / Ed. N. M. Seel. New York, Dordrecht, Heidelberg, London : Springer, 2012. Pp. 1557-1559.
 151. HorizonReport 2016 Higher Education Edition. URL : <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-he-EN.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).

-
-
152. Huang W., Jin L., Sandia I. Using Agent Solutions and Visualization Techniques to Manage Cloud-based Education System. International Conference on Engineering, Technology and Applied Science (ICETA2016). Tai Pei, Tai Wan 20 22 Apr 2016 International Business Academic Consortium, 2016.
 153. Idrus M. R. The Mobile Learning Flipped Classroom. Recent Advances in Education and Educational Technology : Proceedings of the 14th International Conference on Education and Educational Technology (EDU'15). Kuala Lumpur, Malaysia. April 23-25, 2015 / Ed. K. Psarris. WSEAS Press, 2015. Pp. 65-68. URL : <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2015/Malaysia/EDU/EDU-10.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).
 154. 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: 30.11.2020).
 155. ISO/IEC 17788:2014(E) Information technology — Cloud computing — Overview and vocabulary. First edition 2014-10-15, 2014. 16 p.
 156. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A. Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management*, 2012. № 29. Pp. 258-268.
 157. Kinshuk M. Ch., Graf S., Guangbing Y. Adaptivity and Personalization in Mobile Learning. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 2010. Vol. 8. Issue 2. P. 163-174.
 158. Kiv A. E., Soloviev V. N., Semerikov S. O. CTE 2018 — How cloud technologies continues to transform education. Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018 / eds. Kiv A. E., Soloviev V. N. CEURWorkshop Proceedings, 2019. 2433, 1—19. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper00.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).
 159. Klug B. What Factors Determine Cloud Computing Adoption by Colleges and Universities? April 29, 2015. URL : <https://www.bc.net/what-factors-determine-cloud-computing-adoption-colleges-and-universities> (Last accessed: 30.11.2020).
 160. 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. Published by Elsevier Ltd, 2016. URL : https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/13994/Koo_2016_internet.pdf?sequence=1 (Last accessed: 30.11.2020).
 161. Lakens D. et al. Justify your alpha : A response to «redefine statistical significance», 2017. URL : <https://psyarxiv.com/9s3y6> (Last accessed: 30.11.2020).
 162. Latu E., Chapman E. Computerized adaptive testing. *British journal of Educational technology*, 2002. Vol. 33, № 3. Pp. 619-622.
 163. Linacre J. M. Computer-Adaptive Testing : Methodology Whose Time Has Come. Seoul, South Korea : Komesa Press, 2000. 58 p.

-
-
164. Maamar Z. et al. An approach to engineer communities of web services: Concepts, architecture, operation, and deployment. *International Journal of E—Business Research (IJEER)*, 2009. 5 (4). Pp. 1—21.
 165. 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. № 36. Pp. 58-70.
 166. Martin-Gutierrez J, Guinters E., Perez-Lopez D. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 2012. Volume 51. P. 832-839. DOI : 10.1016/j.sbspro.2012.08.249.
 167. 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.
 168. McKiernan E. C. et al. Point of View : How open science helps researchers succeed. *eLife*, 2016. 5:e16800. DOI : 10.7554/eLife.16800
 169. McKiernan E. C., Bourne P. E., Brown C. T., Buck S., Kenall A., Lin J. How open science helps researchers succeed. *eLife*. 2016. № 5. Pp. 16800.
 170. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. *Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*, 2011. NIST Special Publication 800-145. NIST, Gaithersburg, MD 20899-8930.
 171. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 1994. Vol. E77-D. No. 12, December. Pp. 1321-1329.
 172. Mobile Learning Week 2017 / UNESCO, 2017. URL : <http://en.unesco.org/events/mobile-learning-week-2017> (Last accessed: 30.11.2020).
 173. Mobile Phone Project : 2012. *Integrating Deaf and Hearing Children in Ugandan Primary Schools*. URL : <https://web.archive.org/web/20150801011016/http://www.cambridgetoafrica.org/resources/mobilephoneproject2010.htm> (Last accessed: 30.11.2020).
 174. Molinaro M. et al. Integrating the VO Framework in the EOSC. ADASS XXIX proceedings. 2019. URL : <https://arxiv.org/abs/1911.08205> (Last accessed: 30.11.2020).
 175. Niroshinie F., Seng W. L., Wenny R. Mobile cloud computing : A survey. *Future Generation Computer Systems*, 2013. Vol. 29. Issue 1. Pp. 84-106. DOI : 10.1016/j.future.2012.05.023.
 176. Nosek B. A. et al. Promoting an open research culture : Author guidelines for journals to promote transparency, openness, and reproducibility. *Science*, 2015. № 348. Pp. 1422-1425.
 177. 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: 30.11.2020).

-
-
178. NWEA. URL : <https://www.nwea.org/about/> (Last accessed: 30.11.2020).
 179. 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. № 43. Pp. 400-425.
 180. Popel M. V. Using Cocalc as a Training Tool for Mathematics Teachers' Pre-Service Training. *Information Technologies and Learning Tools*, 2018. Vol 68, № 6.
 181. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support. ICT in Education, Research and Industrial Applications : Integration, Garmonization and Knowledge Transfer, 2017. Pp. 327-339. URL : CEUR-WS.org/Vol-1844 (Last accessed: 30.11.2020).
 182. 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.
 183. Prokopiadou G. Using Information and Communication Technologies in School Administration : Researching Greek Kindergarten Schools. *Educational Management Administration & Leadership*, 2012. Vol. 40, Iss. 3. Pp. 305-327. DOI : 10.1177/1741143212436953.
 184. Pugliese L. Adaptive Learning Systems : Surviving the Storm. *EDUCAUSE Review*, 2016. URL : <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm> (Last accessed: 30.11.2020).
 185. Pugliese L. The Visualization for an Ideal Adaptable Learning Ecosystem. *IMS Global Learning Consortium*. URL : <https://www.imsglobal.org/adaptive-adaptable-next-generation-personalized-learning#visualizationforidealadaptablelearningecosystem> (Last accessed: 30.11.2020).
 186. Qing L., Zeyuan W., Weihua L., Jun L., Cheng W., Ruiyang D. Applications integration in a hybrid cloud computing environment : modelling and platform. *Enterprise Information Systems*, 2013. 7 (3). Pp. 237-271.
 187. *QUIS new models for cost effectiveness and cost efficiency in e-learning — in the perspective of the user, the provider and the society* / QUIS team, TISIP Research Foundation. Trondheim : The TISIP Foundation, 2007. V, 80 p. URL : http://www2.tisip.no/quis/public_files_final/QUIS-new-models-for-cost-effectiveness-and-cost-efficiency-in-e-learning.pdf (Last accessed: 30.11.2020).
 188. Restivo M. T., Chouzal F., Rodrigues J., Menezes P., Patrão B., Lopes J. B. Augmented Reality in Electrical Fundamentals. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 2014. Vol. 10. No 6. Pp. 68-72. URL : <http://online-journals.org/index.php/i-joe/article/download/4030/3323> (Last accessed: 30.11.2020).
 189. Riahi G. E-learning Systems Based on Cloud Computing: A Review. *Procedia Computer Science*, 2015.62. Pp. 352-359.
 190. Rizov T., Rizova E. Augmented reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and*

-
- Education*, 2015. Vol. 3. No. 1. Pp. 7-16. URL : <http://www.ijcrsee.com/index.php/ijcrsee/article/download/169/287> (Last accessed: 30.11.2020).
191. Schneps M. H., Thomson J. M., Chen Ch., Sonnert G., Pomplun M. E-Readers Are More Effective than Paper for Some with Dyslexia. *PLoS ONE*, 2013. 8 (9). e75634. DOI : 10.1371/journal.pone.0075634.
 192. Schneps M. H., Thomson J. M., Sonnert G., Pomplun M., Chen Ch., Heffner-Wong A. Shorter Lines Facilitate Reading in Those Who Struggle. *PLoS ONE*, 2013. 8 (8). e71161. DOI : 10.1371/journal.pone.0071161.
 193. Shakeabubakor A. A., Sundararajan E., Hamdan A. R. Cloud Computing Services and Applications to Improve Productivity of University Researchers. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 2015. Vol. 5. No. 2. Pp. 153-157.
 194. Shen R. Concept maps as visual interfaces to digital libraries: summarization, collaboration, and automatic generation. URL : <http://vw.indiana.edu/ivira03/shen-et-al.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).
 195. Shyshkina M. Holistic Approach to Training of ICT Skilled Educational Personnel. Proceedings from the 9th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications : Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. CEURworkshop proceedings, 2013. Vol. 1000. Pp. 436-445.
 196. 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. № 715. Pp. 812-818.
 197. Shyshkina M. The General Model of the Cloud-based Learning Environment of Educational Personnel Training. Teaching and Learning in a Digital World. ICL 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, M. Auer, D. Guralnick, I. Simonics (eds). Springer, Cham, 2018. Vol 715
 198. 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: 30.11.2020).
 199. 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: 30.11.2020).
 200. Shyshkina M. P., Zaporozhchenko Y. G., Kravtsov H. M. Prospects of the Development of the Modern Educational Institutions' Learning and Research Environment : to the 15th Anniversary of the Institute of Information

-
- Technologies and Learning Tools of NAPS of Ukraine. *Information technologies in education*, 2014. № 19. Pp. 62-70.
201. Sonwalkar N. The First Adaptive MOOC : A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture. URL : <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/mooc.2013.0007> (Last accessed: 30.11.2020).
 202. Spivakovsky A., Vinnik M., Tarasich Yu. Using ICT in Training Scientific Personnel in Ukraine : Status and Perspectives. Proceedings of the 9th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer / Ed. by S. Batsakis, H. C. Mayr, V. Yakovyna and others, Lviv, Ukraine, May 14-16, 2015. CEURWorkshop Proceedings, 2015. Vol. 1356. Pp. 5-20
 203. Sun G., Cui T., Yong J., Shen J., Chen S. MLaaS: a cloud-based system for delivering adaptive micro learning in mobile MOOC learning. *IEEE Trans. Services Computing*, 2018. 11 (2). Pp. 292-305.
 204. Sutherland I. E. A head-mounted three dimensional display. Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference. December 9-11, 1968. Part I. Washington : Thompson Books, 1968. Pp. 757-764.
 205. Svetsky S., Moravcik O. The connection of an unstructured data processing system using a specific data structure. *Slovakia Utility model UV*, 2016, 7340.
 206. Teacher professional development. URL : <https://gpseducation.oecd.org/reviueducationpolicies/#!node=41732&filter=all> (Last accessed: 30.11.2020).
 207. The Future of Cloud Computing : 4th Annual Survey 2014. *The North Bridge Future Of Cloud Computing Survey In Partnership With Gigaom Research*, 2014. URL : <http://bit.ly/2014FutureCloud> (Last accessed: 30.11.2020).
 208. These 7 trends are shaping personalized learning. URL : <https://www.educationdive.com/news/these-7-trends-are-shaping-personalized-learning/434575/> (Last accessed: 30.11.2020).
 209. Thompson N. A., Weiss D. J. A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. Vol. 16, № 1. URL : <http://pareonline.net/pdf/v16n1.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).
 210. Top 6 Digital Transformation Trends In Education. URL : <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2017/07/18/top-6-digital-transformation-trends-in-education/#5a5f85ff2a9a> (Last accessed: 30.11.2020).
 211. Traxler J., Kukulska-Hulme A. Conclusion: Contextual Challenges for the Next Generation. *Mobile Learning : The Next Generation* / Ed. by J. Traxler and A. Kukulska-Hulme. London : Routledge, 2016. Pp. 208-226.
 212. Tuncay E. Effective use of cloud computing in educational institutions. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 2010. 2 (2). Pp. 938-942.
 213. Turner M., Budgen D., Brereton P. Turning software into a service. *Computer*, 2003. 36 (10). Pp. 38-44.
 214. UNESCO policy guidelines for mobile learning. / M. West, S. Vosloo; ed. by R. Kraut. Paris : UNESCO, 2013. 41 p. URL : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641E.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).

-
-
215. Unleashing the Potential of Cloud Computing in Europe. Text with EEA relevance // SWD(2012) 271 final. EC, 2012. 16 p. URL : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF> (Last accessed: 30.11.2020).
 216. Unlock Limitless Learning. Microsoft Education. URL : <https://www.microsoft.com/en-us/education/default.aspx> (Last accessed: 30.11.2020).
 217. Vaquero L. M. EduCloud : PaaS versus IaaS cloud usage for an advanced computer science course. *IEEE Transactions on Education*, 2011. 54 (4). Pp. 590-598.
 218. 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>.
 219. Vosniadou S. How children learn. *The International Academy of Education*. URL : <http://www.iaoed.org/downloads/prac07e.pdf> (Last accessed: 30.11.2020).
 220. Vouk M. A. et al. Using VCL technology to implement distributed reconfigurable data centers and computational services for educational institutions. *VCL/Reconfigurable. Data Centers & Clouds/NCSU/V19-Draft Feb, 2009*. Pp. 1-27.
 221. Waard I. I. MobiMOOC : using a mobile MOOC to increase educational quality for a diversity of learners through dialogue and ubiquity. *UNESCO Mobile Learning Week*. Paris, 18-22 February 2013. 15 p. URL : <http://www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts/m4ed/unesco-mobile-learning-week/speakers/inge-ignatia-de-waard> (Last accessed: 30.11.2020).
 222. Wang M., Chen Y., Khan M. J. Mobile Cloud Learning for Higher Education: A Case Study of Moodle in the Cloud. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2014. Vol. 15. No 2 (April). DOI : 10.19173/irrodl.v15i2.1676
 223. Warger C. Integrating Assistive Technology into the Standard Curriculum. *ERIC/OSEP Digest E568*, 1998. URL : <https://www.ericdigests.org/1999-3/assistive.htm> (Last accessed: 30.11.2020).
 224. Weiss D. J. Computerized Adaptive Testing for Effective and Efficient Measurement in Counseling and Education. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 2004. Vol. 37. Pp. 70—84.
 225. What is Adaptive Technology? URL : <https://actcenter.missouri.edu/about-the-act-center/what-is-adaptive-technology/> (Last accessed: 30.11.2020).
 226. Wicherts J. M., Bakker M. Publish (your data) or (let the data) perish! Why not publish your data too? *Intelligence*, 2012. № 40. Pp. 73-76.
 227. Wick D. Free and open-source software applications for mathematics and education. Proceedings of the twenty-first annual international conference on technology in collegiate mathematics, 2009. Pp. 300-304.
 228. Yoza Cellphone Stories: Quick Overview. URL : https://m4lit.files.wordpress.com/2012/05/3_yoza-cellphone-stories_082010_to_082011.pdf (Last accessed: 30.11.2020).



НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Дем'яненко В. М.,
Мар'єнко М.В.,
Носенко Ю. Г.,
Семеріков С.О.,
Шишкіна М. П.,

Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти

Монографія

Обкладинка - Лук'яненко Л.
Верстка – Коломієць А.

(Електронне видання)

Обсяг вид. 10.0 авт.арк.

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ,
вул. Січових Стрільців, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 481-38-85
book-xl@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08. 2009 р.