НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАР'ЄНКО МАЙЯ ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 378.046.4:: 373.58/.5.091.2.011.3-051:51]:004

ДИСЕРТАЦІЯ

ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті
01 – Освіта / Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело М. В. Мар'єнко

Науковий консультант: **Шишкіна Марія Павлівна**, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник

Київ – 2022

АНОТАЦІЯ

Мар'єнко М. В. Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті (01 – Освіта / Педагогіка). – Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України. – Київ, 2022.

Зміст анотації

Сьогодні педагогічні працівники мають можливість удосконалювати свою педагогічну майстерність не лише на очних курсах підвищення кваліфікації. Таку можливість надають і дистанційні курси підвищення кваліфікації, і спеціалізовані сервіси та ресурси. Організацію та практичну реалізацію навчання та професійного розвитку вчителів можна запровадити завдяки засобам хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Використання інструментарію хмаро орієнтованих систем відкритої науки сприятиме вищому ступеню науковості викладання природничо-математичних предметів, що є значною перевагою для вчителів наукових ліцеїв. Проаналізовано сучасний стан педагогічних досліджень науковців України щодо використання і впровадження хмаро орієнтованих систем навчального призначення. Розглянуто особливості підготовки майбутніх учителів у країнах Західної Європи. Узагальнено основні напрямки педагогічної підготовки вчителів країн Західної Європи, зокрема: поєднання спеціальної, загальноосвітньої, психолого-педагогічної та практичної підготовки в аспекті використання хмаро орієнтованих систем в науковій освіті вчителя.

Виконане дослідження спрямоване на розвиток хмаро орієнтованих систем інформатизації закладів освіти в умовах реформування освіти, методологічного, науково-методичного, організаційного забезпечення використання комп'ютерних технологій. Здійснено аналіз стану розроблення проблеми дослідження використання хмаро орієнтованих методичних систем у

процесі підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Висвітлено поняттєвий апарат, уточнено зміст основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів. У результаті вивчення психолого-педагогічної літератури виявлено ступінь розроблення проблеми у вітчизняному і зарубіжному освітньому просторі. Встановлено, що з появою нових видів закладів спеціалізованої освіти до вчителів висуваються додаткові вимоги до роботи в цих закладах, що призводить до необхідності розроблення і запровадження в освітній процес методичних систем навчання, що ґрунтуються на використанні новітніх хмаро орієнтованих платформ, засобів і сервісів підтримування наукових досліджень у відкритому освітньо-науковому просторі. Поєднання відкритої науки та хмарних технологій відкриває нові перспективи їх використання в навчанні і професійному розвитку вчителів.

Представлена загальна методика дослідження проблеми розроблення теоретико-методичних засад проектування хмаро орієнтованих методичних систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, що є запорукою підготовки ІКТ компетентних професіоналів, висококваліфікованих педагогічних кадрів для сучасної освіти. Вказано завдання педагогічного експерименту та базу дослідно-експериментальної роботи. Наведено детальний опис кожного етапу проведення експерименту.

В роботі розглянуті моделі проектування хмаро орієнтованої системи та проаналізовано український та зарубіжний досвід моделювання хмаро орієнтованих систем. Досліджено структуру моделей проектування хмаро орієнтованої системи, розглянуто ключові блоки. В залежності від поставленої мети моделі, формується її структура. Базою для подальшого проектування становитимуть основні види діяльності: впровадження методик, підготовка рукописів статей та тез доповідей, участь у масових науково-практичних заходах, підвищення кваліфікації, науково-інформаційна діяльність. Порівняно

основні види діяльності науковця та вчителя. Визначено окремі види діяльності що є спільними як для науковця так і для вчителя. Виконано детальний опис кожного виду діяльності, що можливо, в подальшому становитимуть специфіку підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї. Розглянуто наявні класифікації електронних освітніх ресурсів, зокрема хмаро орієнтованої системи. Проведено класифікацію електронних обчислювальних ресурсів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. В залежності від обраної класифікації виконано добір ЕОР для створення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. В результаті дослідження було виявлено, що майже кожен вид ЕОР можна використати принаймні в двох видах діяльності: впровадження методик, підготовка рукописів статей та тез доповідей. Зазначений перелік ЕОР покладено в основу моделі хмаро орієнтованої методичної системи. На основі проведеного дослідження розроблено та обґрунтовано модель основних видів діяльності суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Уточнено етапи проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Обґрунтовано загальну модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, яка містить наступні компоненти: мету, методичну систему (базова методика, спеціалізована та поглиблена), компетентність відкритої науки, базу та результат.

Розглянуто компетентність відкритої науки в широкому значенні та як складник професійних компетентностей вчителя природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Було визначено основні складники компетентності з відкритої науки та встановлено, що їх можна розподілити на чотири категорії:

– навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

– навички й досвід щодо даних досліджень, виробництва даних, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення та зміни парадигми з «захищені дані за замовчуванням» на «відкриті дані за замовчуванням», дотримуючись законодавчих та інших обмежень;

– навички й досвід роботи у власній науковій та дисциплінарній спільноті та поза нею;

– навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Серед категорій компетентності з відкритої науки було встановлено:

– компетентності публікації у відкритому доступі (бібліотечні та дослідницькі інформаційні навички, навички грамотності у відкритих публікаціях);

– компетентності управлінням даними та відкритими даними (технічні навички, навички у галузі інформаційних технологій);

– компетентності проведення професійних досліджень (навички управління дослідженнями, юридичні навички, навички дослідження цілісності та навички етики);

– загально-суспільні компетентності.

Запропоновано шляхи оволодіння компетентності з відкритої науки: завдяки конкурентноспроможності та співпраці; використання хмарних сервісів відкритої науки; використання та повторне використання відкритих даних; впровадження принципів відкритої науки не лише серед науковців, але й в галузі освіти.

Обґрунтовано і розроблено хмаро орієнтовану методичну систему підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, до складу якої входить: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для

вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика).

Наведено аналіз результатів педагогічного експерименту «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї». В результаті аналізу останніх досліджень і публікацій виявлено, що науковці в достатній мірі розглянули проблему реформування курсів підвищення кваліфікації вчителів. Окремим питанням розкрито в українських дослідженнях проектування хмаро орієнтованих систем, однак запропоновані системи стосуються виключно окремих спеціальностей, або ж носять повністю наукове спрямування. Наразі не існує хмаро орієнтованої системи, яка б стала інструментом в подальшій підготовці вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Аналіз проведеного опитування показав, що більшість вчителів визнає потребу вчителя наукового ліцею в науковій діяльності. Переважна більшість респондентів не використовують англомовних ресурсів та сервісів, через низький рівень володіння мовою. З'ясовано, що одним з найсуттєвіших шляхів залучення до наукової діяльності, на думку вчителів математики, є участь у наукових конференціях. Щодо впровадження і використання одержаних результатів досліджень вчителі планують обрати такі шляхи: публікацію методичних матеріалів та самостійне впровадження. Аналіз результатів анкетування освітян показав, що серед респондентів 574 особи (69,7 %) віддають перевагу використанню засобів інформаційно-комунікаційних технологій на локальному комп'ютері. Аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту свідчить, що існує проблема підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, яка потребує подальшого вирішення шляхом попередньої апробації та впровадження спеціально створеної хмаро орієнтованої методичної системи.

З метою з'ясування стану сформованості компетентності з відкритої науки та оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, виконувалися констатувальні зрізи наступних складників: навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення. В якості мети формувального етапу дослідження було обрано перевірку ефективності застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та порівнянні рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки експериментальних і контрольних груп. Аналізуючи одержані результати після формувального експерименту, було зроблено висновок, що використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї призвело до підвищення окремих компонентів компетентності з відкритої науки у освітян. Згідно статистичного опрацювання одержаних результатів характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту відповідають рівню значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95 %. Можна зробити висновок, що застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї призводить до статистично значущих відмінностей результатів вимірювання компетентності з відкритої науки.

Ключові слова: хмарні технології, хмаро орієнтовані системи, методична система підвищення кваліфікації вчителів, вчителі природничо-математичних предметів, наукові ліцеї, проектування хмаро орієнтованих методичних систем.

ABSTRACT

Marienko M. V. Designing a cloud-oriented methodical system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for the degree of doctor of pedagogical sciences, in speciality 13.00.10 – Information and Communication Technologies in Education (01 – Education / Pedagogics). – The Institute for Digitalisation of Education of National Academy of Educational Sciences of Ukraine. – Kyiv, 2022.

Annotation content.

Today, teaching staff have the opportunity to improve their teaching skills not only at face-to-face professional development courses. Distance training courses and specialized services and resources provide this opportunity. The organization and practical implementation of training and professional development of teachers can be implemented with the means of cloud-oriented systems of open science. The use of tools of cloud-oriented systems of open science will contribute to a higher degree of scientificity in the teaching of natural and mathematical subjects, which is a significant advantage for teachers of scientific lyceums. The current state of pedagogical research by Ukrainian scientists regarding the use and implementation of cloud-based educational systems is analyzed. The peculiarities of the training of teachers in the countries of Western Europe are considered. The main directions of pedagogical training of teachers in Western European countries are summarized, in particular: a combination of special, general education, psychological-pedagogical and practical training in the aspect of using cloud-oriented systems in science teacher education.

The conducted research is aimed at the development of cloud-oriented informatization systems of educational institutions in the conditions of education reform, methodological, scientific-methodical, and organizational support for the use of computer technologies. An analysis of the state of development of the research problem of the use of cloud-oriented methodical systems in the process of improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for

work in a scientific lyceum was carried out. The conceptual apparatus is highlighted, and the content of the main concepts related to the use of cloud-oriented methodical systems in the process of teacher training is clarified. As a result of the study of psychological and pedagogical literature, the degree of development of the problem in the domestic and foreign educational space was revealed. It has been established that with the emergence of new types of specialized education institutions, additional demands are placed on teachers to work in these institutions, which leads to the need to develop and introduce into the educational process methodical teaching systems based on the use of the latest cloud-oriented platforms, means and services for supporting scientific research in an open educational and scientific space. The combination of open science and cloud technologies opens up new perspectives for their use in the education and professional development of teachers.

The general method of researching the problem of developing the theoretical and methodological foundations of the design of cloud-oriented methodical systems for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum is presented, which is the key to the training of ICT competent professionals, highly qualified pedagogical staff for modern education. The tasks of the pedagogical experiment and the basis of research and experimental work are specified. A detailed description of each stage of the experiment is given.

The paper considers the design models of a cloud-oriented system and analyzes the Ukrainian and foreign experiences of modelling cloud-oriented systems. The structure of cloud-oriented system design models was studied, and the key blocks were considered. Depending on the set goal of the model, its structure is formed. The basis for further design will be the main types of activities: implementation of methods, preparation of manuscripts of articles and theses of reports, participation in mass scientific and practical events, professional development, and scientific and information activities. The main activities of a scientist and a teacher are compared. Certain types of activities that are common to both a scientist and a teacher are defined. A detailed description of each type of activity was made, which, possibly, will be the specifics of teacher training for work in a scientific lyceum in the future.

The available classifications of electronic educational resources, in particular cloud-oriented systems, are considered. The classification of electronic computing resources of the cloud-oriented system of improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum was carried out. Depending on the chosen classification, the selection of electronic educational resources was carried out to create a model of a cloud-oriented methodical system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum. As a result of the study, it was found that almost every type of electronic educational resource can be used in at least two types of activities: implementation of methods, preparation of manuscripts of articles and report abstracts. The specified list of electronic educational resources is the basis of the cloud-oriented methodical system model. Based on the conducted research, a model of the main types of activities of the subjects of the cloud-oriented methodical system of improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum was developed and substantiated. The stages of designing a cloud-oriented system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum have been clarified. The general model of the cloud-oriented methodical system of improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum is substantiated, which contains the following components: goal, methodical system (basic method, specialized and advanced), the competence of open science, base and result.

The competence of open science in a broad sense and as a component of the professional competencies of a teacher of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum is considered. The main components of open science competence were identified and found to be divided into four categories:

– skills and experience required for open access publishing;

– skills and experience in research data, data production, management, analysis / use / reuse, dissemination and the paradigm shift from «protected data by default» to «open data by default» while complying with legal and other constraints;

– skills and work experience in one's own scientific and disciplinary community and outside it;

– skills and expertise arising from a general and broad conception of science as researchers interact with the wider public to enhance the impact of science and research.

Among the categories of open science competence, the following were established:

– open access publication competence (library and research information skills, literacy skills in open publications);

– data management and open data competencies (technical skills, skills in the field of information technologies);

– professional research competencies (research management skills, legal skills, research integrity skills, and ethical skills);

– general social competences.

Ways of mastering competence in open science are proposed: through competitiveness and cooperation; use of open science cloud services; use and reuse of open data; implementation of the principles of open science not only among scientists but also in the field of education.

A cloud-oriented methodological system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum has been substantiated and developed, which includes: the method of using cloud services of open science in the educational environment of the school (basic method); method of using cloud services of open science for teachers of natural and mathematical subjects in scientific lyceum (specialized method); method of using EOSC cloud services for teachers of science and mathematics subjects in the scientific lyceum in the graduating class (in-depth method).

An analysis of the results of the pedagogical experiment is provided. As a result of the analysis of recent studies and publications, it was found that scientists have sufficiently considered the problem of reforming teacher training courses. The design of cloud-oriented systems is a separate issue in Ukrainian studies, but the

proposed systems relate exclusively to certain specialities or have a completely scientific direction. Currently, there is no cloud-oriented system that would become a tool in the further training of teachers of natural and mathematical subjects to work in a scientific lyceum. The analysis of the conducted survey showed that the majority of teachers recognize the need for scientific lyceum teachers in scientific activities. The majority of respondents do not use English-language resources and services due to a low level of language proficiency. It was found that one of the most important ways of involvement in scientific activity, according to mathematics teachers, is participation in scientific conferences. Regarding the implementation and use of research results, teachers plan to choose the following ways: publication of methodical materials and independent implementation. The analysis of the results of the survey of educators showed that among the respondents, 574 people (69.7 %) prefer to use information and communication technologies on a local computer. The analysis of the results of the ascertaining stage of the pedagogical experiment shows that there is a problem with improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum, which needs solutions through preliminary testing and implementation of a specially created cloud-oriented methodical system.

To clarify the state of formation of competence in open science and evaluate the effectiveness of using a cloud-based methodical system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum, ascertaining sections of the following components were performed: skills and experience of work in their disciplinary community and outside it; skills and experience in data research, management, analysis / use / reuse, dissemination. The goal of the formative stage of the study was to check the effectiveness of the cloud-based methodical system of improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum and to compare the levels of formation of individual components of competence in open science of experimental and control groups. Analyzing the results obtained after the formative experiment, it was concluded that the use of a cloud-oriented methodical

system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum led to an increase in certain components of open science competence among educators. According to the statistical processing of the obtained results, the characteristics of the experimental and control groups before the start of the experiment correspond to the significance level of 0.05, and, at the same time, the reliability of the differences in the characteristics of the experimental and control groups after the experiment is equal to 95 %. It can be concluded that the application of a cloud-oriented methodical system for improving the qualifications of teachers of natural and mathematical subjects for work in a scientific lyceum leads to statistically significant differences in the results of measuring competence in open science.

Keywords: cloud technologies, cloud-oriented systems, methodical system of teacher training, teachers of natural and mathematical subjects, scientific lyceums, design of cloud-oriented methodical systems.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії, посібники

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

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

3. Інформаційні технології у вищій школі *:* монографія / Вакалюк Т. А. та ін. / за заг. ред. Вакалюк Т. А., Литвинової С. Г. Житомир : вид-во ФОП «О. О. Євенок», 2019. 364 с.

Методичні рекомендації

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

Статті у наукових фахових виданнях України

5. Kovalenko V. V., Marienko M V., Sukhikh A. S. Tools of augmented and virtual reality in the process of blended learning in general secondary education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Vol. 86. No. 6. P. 70-86. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4664 ***(індексується у Web of Science)***.

6. Вакалюк Т. А., Мар'єнко М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Том 81. № 1. С. 340-355. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225 ***(індексується у Web of Science)***.

7. Коваленко В. В., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 3 (25). Частина 2. С. 67-74.

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

9. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. Освітній дискурс : збірник наукових праць, 2021. Випуск 37 (10). С. 28-38.

10. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Сучасний стан використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі у закладах освіти. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2021. Випуск 38 (11). С. 56-64.

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

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

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

14. Мар'єнко М. В. Аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в

науковому ліцеї». Інноваційна педагогіка. 2022. Випуск 45. С. 283-286. DOI : https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/45.59.

15. Мар'єнко М. В. Аналіз стану проблеми підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Information Technologies in Education (ITE). 2020. № 43. С. 52-63. DOI : https://doi.org/10.14308/ite000719.

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

17. Мар'єнко М. В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3 (29). С. 99-104.

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

19. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. *Фізико-математична освіта*. 2019. №4 (22). С. 12-18.

20. Мар'єнко М. В. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 1 (27). С. 62-66.

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

22. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Коновал О. А. Особливості організації індивідуальної роботи з учнями засобами цифрових технологій. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2022. № 4-6 (40). С. 38-44. DOI : https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40(4-6)-4.

23. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. Освітній дискурс. 2020. № 27 (10). С. 50-59.

24. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 5 (31). С. 60-66.

25. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація професійної діяльності науковця засобами цифрових технологій в умовах війни. Інноваційна педагогіка. 2022. Випуск 48. Т. 1. С. 209-212. DOI : https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.4.

26. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2021. Випуск 32 (4). С. 45-52.

27. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.

28. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. Journal of Information Technologies in Education (ITE). 2020. № 4 (45). С. 32-44.

29. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П., Коновал О. А. Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Том 89. № (3), С. 209-232. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981 ***(індексується у Web of Science)***.

30. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. Journal of Information Technologies in Education (ITE). 2019. № 2 (39). С. 7-19.

Статті у зарубіжних наукових виданнях

31. Marienko M. The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2 : AET*. P. 466-472. 2022. DOI : 10.5220/0010932900003364.

32. Marienko M. V. Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP)*. Vol. 429. P. 108-120. DOI : 10.1007/978-3-030-85893-3_8 ***(індексується у Scopus)***.

33. Marienko M. V., Nosenko Yu. H., Shyshkina M. P. Smart systems of open science in teachers' education. *Journal of Physics : Conference Series*. 2022. Vol. 2288 (2022) 012035. DOI :10.1088/1742-6596/2288/1/012035 ***(індексується у Scopus)***.

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

35. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020. Kryvyi Rih : CEUR Workshop Proceedings, 2020. P. 341-356. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus та Web of Science)***.

36. Marienko M., Nosenko Y., Sukhikh A., Tataurov V., Shyshkina M. Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 166, 10015. URL : https://www.e3s-

conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/26/e3sconf_icsf2020_10015.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

37. Merzlykin P., Marienko M., Shokaliuk S. CoCalc Tools as a Means of Open Science and Its Didactic Potential in the Educational Process. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1 : AET*. P. 109-118. 2022. DOI : 10.5220/0010921000003364.

38. 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 Workshop Proceedings. Vol-2433. P. 173-183. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper10.pdf (Last accessed : 02.12.2020). ***(індексується у Scopus)***.

39. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Areas of Educational Studies of the Cloud-based Learning Systems. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018).* Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2019. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/ (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

40. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Cloud Technologies and Augmented Reality : the Prospects of Use. *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education.* Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol-2257. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper23.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

41. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support. *Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications.* Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017). CEUR Workshop Proceedings. 2017. P. 327-339. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000327.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

42. 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).* CEUR Workshop Proceedings. 2019. Volume II : Workshops. Vol. 2393. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_241.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

43. 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. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2104. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_156.pdf (Last accessed : 07.11.2018) ***(індексується у Scopus)***.

44. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented Reality as a Tool to Support Research Collaboration in Virtual Teams within the Open Science Platforms. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education.* Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2547. P. 107-116. URL : http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/ (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

45. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented reality as a tool for open science platform by research collaboration in virtual teams. *AREdu 2019 Augmented Reality in Education. Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. Edited by A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2547. P. 107-116. http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper08.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus та Web of Science)***.

46. Shyshkina M., Kohut U., Popel M. The Systems of Computer Mathematics in the Cloud Based Learning Environment of Educational Institutions. *Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer.* CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1844. P. 396-

405. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000396.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

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

Статті в інших наукових виданнях України

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

49. Мар’єнко М. В. Основи використання хмаро орієнтованих систем у вищій педагогічній освіті : стан і перспективи розвитку в Україні. *Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ* : колективна монографія / [колектив авторів] ; за ред. В. Ю. Биков, О. П. Пінчук. К. : 2019. С. 15-27.

50. Мар’єнко М. В., Сухіх А. С. Методика використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. Т. 4. № 1. DOI : https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4111.

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

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

53. Попель М. В., Бобилєв Д. Є. Диференціація навчання майбутніх вчителів математики комплексному аналізу засобами CoCalc. *Новітні*

комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті», 2019. № 17. С. 192-200.

54. Попель М. В., Семеріков С. О., Шокалюк С. В. Дидактичний потенціал CoCalc у навчанні природничо-математичних та інформатичних дисциплін. *Новітні комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті».* 2019. № 17. С. 152-158.

Наукові праці апробаційного характеру

Тези доповідей в матеріалах конференцій

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

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

57. Мар'єнко М. В. Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2019»* (Київ, 4 жовтня 2019 р.). Київ : ЦП Компринт, 2019. С. 95-98. URL : https://lib.iitta.gov.ua/718851/1/Marienko%20MV%20Nauk%20mol%202019.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

59. Мар'єнко М. В. Відкрита наука як передумова формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів.

Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (14-15 листопада 2019 року). Київ : НАУ, 2020. С. 59.

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

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

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

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

64. Мар'єнко М. В. Класифікація інструментарію Moodle в контексті відкритої науки. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «MoodleMootUkraine 2020 : теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle»* : тези доповідей. (Київ, 22 травня 2020 р.). Київ :

Київський національний університет будівництва і архітектури, 2020. URL : https://2020.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=23 (Дата звернення 02.12.2020).

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

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

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

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

69. Мар'єнко М. В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Тези доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)»* (м. Житомир, 09-11 квітня 2020 р.). Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 208-209.

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

орієнтованої методичної системи у процесі діяльності вчителя. *Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України* : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 117-119. URL : https://lib.iitta.gov.ua/730487/1/Marienko%20Zvitna%202022.pdf (Дата звернення 01.06.2022).

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

72. Мар'єнко М. В. Співвідношення цифрових технологій та технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2021. С. 141-143. URL : https://lib.iitta.gov.ua/724023/ (Дата звернення 04.09.2021).

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

74. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. *Тези доповідей III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення»*, м. Житомир, 26-27 листопада 2020 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 137-139.

75. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Ефективне та безпечне використання цифрових технологій під час змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Збірник матеріалів IX Всеукраїнської науково-практичної*

конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021» (Київ, 30 листопада 2021 р.). К. : ІІТЗН НАПН України 2021. С. 132-135.

76. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Аналіз ступеня розробки хмаро орієнтованих систем відкритої науки. *Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2020»* (Київ, 21 жовтня 2020 р.). Київ : ФОП Ямчинський О. В., С. 112-114.

77. Попель М. В. Адаптивні хмаро орієнтовані системи : передумови виникнення. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України :* збірник матеріалів наукової конференції. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 227-230. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712202/1/Zvitna_2018_Popel_M.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

78. Попель М. В. Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2018»* (16 листопада 2018 р., м. Київ). Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 123-125. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712398/1/Nauk_molod_Popel2018.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

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

81. Попель М. В. Організація спільної роботи слухачів із використанням хмарних сервісів у процесі навчання математичних дисциплін. *Збірник матеріалів методологічного семінару «Нові тенденції і явища у дитячому і*

молодіжному середовищі в Україні : цивілізаційний, культурологічний, інформаційний виміри». Київ : НАПН, 2017. С. 89-94.

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

83. Попель М. В. Сучасний стан розвитку і використання хмаро орієнтованих систем у процесі підготовки вчителів. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : збірник матеріалів наукової конференції. Київ, 2019. С. 49-50. URL : https://lib.iitta.gov.ua/715974/1/Popel%20M%20Zvitna%202019.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

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

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

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ **2**
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ **32**
ВСТУП **34**
РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА **52**
1.1 Розвиток і використання хмаро орієнтованих систем у сучасній освіті 52
1.2 Напрями досліджень методичних хмаро орієнтованих систем 65
1.3 Підвищення кваліфікації вчителів для роботи в науковому ліцеї як педагогічна проблема 72
1.4 Зарубіжний досвід використання хмарних технологій у підвищенні кваліфікації вчителів 79
1.5 Основні поняття та терміни 92
1.6 Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем в освіті 99
1.7 Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем навчального і наукового призначення 105
Висновки до розділу 1 118
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ **122**
2.1 Загальна методика дослідження 122
2.2 Концептуальні засади і принципи використання хмаро орієнтованих систем у педагогіці 129
2.3 Передумови формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 140

2.4 Психолого-педагогічні особливості проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 151
2.5 Класифікація ЕОР хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 155
2.6 Етапи проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 170
Висновки до розділу 2 189
РОЗДІЛ 3 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ 195
3.1 Відкрита наука та інноваційні моделі хмаро орієнтованих систем, їх структура 195
3.2 Модель основних видів діяльності суб’єктів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 211
3.3 Загальна модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 227
Висновки до розділу 3 237
РОЗДІЛ 4 МЕТОДИЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ 240
4.1 Складники хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї 240

4.2 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика) 246
4.3 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика)..... 260
4.4 Методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика)..... 290
Висновки до розділу 4 319
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ 322
5.1 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи 322
5.2 Статистичне опрацювання та аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту..... 327
5.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту 351
Висновки до розділу 5 360
ВИСНОВКИ 362
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 369
ДОДАТКИ..... 414
Додаток А Заявка на проведення дослідно-експериментальної роботи 414
Додаток Б Програма підвищення кваліфікації «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи»..... 422
Додаток В Програма дослідно-експериментальної роботи..... 434
Додаток Г Навчальний модуль з проблем цифровізації відкритої науки й освіти для освітніх програм з підготовки докторів філософії в галузі освіти і педагогіки..... 438
Додаток Д Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації..... 441
Додаток Е Список вищих навчальних закладів та установ, у яких упроваджено результати дослідження..... 455

Додаток Ж Приклади лекційних занять (фрагменти) дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»..... 457
Додаток И Зразки анкет, опитувальників, тестів..... 501
Додаток К Скріншоти дистанційного курсу «Хмарні сервіси науки для освітян» 540
Додаток Л Довідки про впровадження результатів дисертації..... 542

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AR	augmented reality, доповнена реальність
CEP	Complex Event Processing
CMF	середовище керування хмарами
CogiNav	технологія когнітивної навігації
COVID-19	(англ. coronavirus disease 2019) коронавірусна хвороба 2019
DOI	цифровий ідентифікатор об’єкту
EGEE	Enabling Grids for E-sciencE
EGI	Європейська мережнева інфраструктура
EOSC	European Open Science Cloud, Європейську хмару відкритої науки
ERA	Європейський дослідницький простір
FAIR	дані, які можна знайти, доступні, сумісні та багаторазові
HLEG	Експертною групою високого рівня
HTML	Hyper Text Markup Language
IoT	інтернет речей
LMS	Learning Management System, система управління навчанням
MEC	Mobile Edge Computing
MOOC	масові відкриті онлайн курси
MR	змішана реальність
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCC	Open Cloud Consortium
Open Access	відкритий доступ
Open Science	відкрита наука
OSaaS	Відкрита наука як послуга
OSDC	Хмара даних Open Science
OSF	Open Science Framework
RI	research infrastructure, дослідницька інфраструктура
SaaS	програмне забезпечення як сервіс

SIPS	Товариство вдосконалення психологічної науки
TEL	технологія розширеного навчання
URL	уніфікований вказівник ресурсу
VPC	Virtual Private Cloud
VR	віртуальна реальність
ДВНЗ	державний вищій навчальний заклад
ЕРНД	електронні ресурси наукових досліджень
ЕРНП	електронні ресурси навчального призначення
ЗВО	заклад(и) вищої освіти
ЗЗСО	заклад(и) загальної середньої освіти
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
КМУ	Кабінет міністрів України
МАН	Мала академія наук
МАНЛаб	STEM-лабораторія
МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук України
НУШ	Нова українська школа
СКМ	система(и) комп’ютерної математики
ХО	хмарні обчислення
ХОНС	хмаро орієнтоване навчальне середовище
ХОСДН	хмаро орієнтована система дистанційного навчання
ХОСПН	хмаро орієнтована система підтримки навчання

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У дослідженні [195] підкреслюється, що освіта та наука потребують нових висококваліфікованих спеціалістів, які б досконало володіли професійними компетентностями та творчо підходили до вирішення поставлених професійних завдань. Тому в першу чергу має зазнати реформ післядипломна педагогічна освіта, зокрема курси підвищення кваліфікації. Громадськість завжди висувала й буде висувати до педагогічних працівників найвищі вимоги. Адже, вдосконалення якості навчання й виховання безпосередньо залежить від рівня підготовки фахівця. Вчитель, викладач має бути добре обізнаним у різних галузях наук, сферах суспільного життя, орієнтуватися в сучасній економіці [187]. Особливе місце займає поповнення знань з предмету, що викладає вчитель чи викладач, знайомство з інноваційними технологіями освіти, регулярне вивчення наукових видань, підвищення рівня педагогічної майстерності [195].

Сьогодні педагогічні працівники мають можливість удосконалювати свою педагогічну майстерність не лише на очних курсах підвищення кваліфікації. Таку можливість надають і дистанційні курси підвищення кваліфікації, і спеціалізовані сервіси та ресурси. Організацію та практичну реалізацію навчання та професійного розвитку вчителів можна запровадити завдяки засобам хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Використання інструментарію хмаро орієнтованих систем відкритої науки сприятиме вищому ступеню науковості викладання природничо-математичних предметів, що є значною перевагою для вчителів наукових ліцеїв [149].

Однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій є запровадження хмаро орієнтованих систем навчального призначення у закладах освіти. Окрім того, згідно Закону України про загальну середню освіту здобуття загальної середньої освіти забезпечують не лише початкові школи, гімназії, ліцеї, а й наукові ліцеї. В Положенні про наукові ліцеї зазначено, що «Заклад освіти

повинен: мати у своєму складі не менше двох циклових комісій педагогічних (науково-педагогічних) працівників». У зв'язку з запитом суспільства щодо підготовки кваліфікованих педагогічних кадрів постає необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі навчання та професійного розвитку вчителів наукових ліцеїв.

Дослідження спрямоване на підвищення якості і ефективності впровадження у навчальний процес засобів інформаційно-комунікаційних технологій на базі хмарних обчислень на сучасному етапі реформування освіти.

Крім того, виникає гостра потреба в підвищенні кваліфікації вчителів задля їх подальшої роботи в науковому ліцеї та для опанування навичок використання хмарних сервісів у дистанційному навчанні [149]. Дана ситуація спричинена встановленням карантину на території України у зв'язку з розповсюдженням COVID-19 та обмеженнями, про які йдеться в Постанові Кабінету Міністрів України «Про встановлення карантину з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, та етапів послаблення протиепідемічних заходів» [301]. Встановлення карантинних обмежень призвело до впровадження дистанційних форм навчання в шкільній практиці. Переважна більшість учителів були не готові до використання хмарних сервісів та онлайн ресурсів у навчальному процесі.

Пандемія COVID-19, повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України, введення воєнного стану та часті сирени повітряної тривоги призвели до того, що дистанційне та змішане навчання є одними з основних форм реалізації навчального процесу за останні роки в Україні. Проте, основні форми взаємодії вчителя з учнями під час дистанційного навчання, згідно проведеного дослідження [168] формулюються як: надсилаю завдання, отримую результат, оцінюю його через месенджери та соцмережі; розміщую навчальні матеріали та завдання на хмарній платформі навчального закладу. Можна припустити, що обмеженість форм взаємодії вчителя з учнями

пов’язано з недостатньою розробленістю методик та методичних рекомендацій для організації індивідуальної роботи з учнями в процесі дистанційного та змішаного навчання [245].

Саме тому було проведено опитування [149], у результаті якого було з’ясовано, що більша частина вчителів закладів загальної середньої освіти знайомі з хмарними сервісами та висловлюють намір використовувати їх у навчальному процесі. Було виявлено, що вчителі, які використовують хмарні сервіси в навчальному процесі, залучають весь його інструментарій. Однак, за браком методичних розробок, використання хмаро орієнтованих систем ставить під сумнів ефективність їх педагогічного використання.

Враховуючи відповідну специфіку роботи у науковому ліцеї, вчитель має не лише добре володіти матеріалом та сучасними методиками, але й керувати науково-дослідною діяльністю учнів із застосовуванням цифрових технологій [187]. Ця діяльність тісно пов’язана з організацією проектної роботи з групами учнів [254]. Згідно дослідження С. Г. Литвинової [206] основними завданнями наукового ліцею є: вивчення профільних предметів на поглибленому рівні учнями, набуття учнями компетентностей необхідних для подальшої науково-дослідної роботи, підготовка майбутнього вченого здатного інноваційної діяльності. Тому, в науковому ліцеї має відбуватись розробка та впровадження нових освітніх технологій, засобів та методів. Спираючись на дане дослідження [206] приходимо до висновку, що проблема підготовки вчителів ліцеїв була виявлена ще з 2020 р. під час введення карантинних заходів, що є наслідком низького рівня ІК-компетентностей. Відповідна специфіка наукових ліцеїв призводить до потреби впроваджувати в науковий процес спеціальні засоби (наприклад, комп’ютерне моделювання законів чи процесів, використання хмарних сервісів чи хмаро орієнтованих систем) для демонстрації об’єктів, процесів та явищ, що вивчаються на поглибленому рівні профільних предметів.

Г. Я. Мозолевич в своєму виступі [261] окреслює основні завдання з приводу впровадження принципів відкритої науки в Україні, що відповідають проекту розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження

національного плану заходів щодо впровадження принципів відкритої науки до 2030 року». Окремі завдання, що стосуються популяризації науки та формування компетентності з відкритої науки напряму можуть бути реалізовані в рамках курсів підвищення кваліфікації вчителів, зокрема вчителів, що в подальшому планують викладати в наукових ліцеях. Наслідком таких дій буде збільшення впливу досліджень на розвиток науки завдяки активному залученню ліцеїстів до провідних європейських наукових проектів та спільнот. Активне впровадження принципів відкритої науки в систему курсів підвищення кваліфікації вчителів в подальшому гарантуватиме участь України в приєднанні та подальшій розбудові Європейської хмари відкритої науки (EOSC) [262], що є одним з пріоритетних завдань з впровадження дорожньої карти Інтеграції України до Європейського дослідницького простору. Це є важливі кроки з приводу реалізації Національного плану щодо відкритої науки, адже Україна приєдналась до країн ЄС у яких розроблений подібний план впровадження.

В той же час, одним із пріоритетних напрямів розвитку науки в Україні є інтеграція до Європейського дослідницького простору, що, зокрема, передбачено Угодою про асоціацію між Україною та ЄС [167]. Це стає можливим не лише спільноті науковців, але й науково-педагогічних працівників. Тому використання засобів та сервісів відкритої науки у закладах освіти є вкрай необхідним [187].

Роль хмарних технологій у навчальному процесі ґрунтовно досліджено В. Ю. Биковим. Створення хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища ЗВО було розглянуто українськими вченими В. Ю. Биковим, А. М. Гуржієм та М. П. Шишкіною [140]. С. Г. Литвинова [208] в своїх працях окреслила теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього закладу освіти. Можливості використання хмарних сервісів у роботі викладача ЗВО досліджували у своїх працях Т. А. Вакалюк [147], К. Р. Колос [190], С. О. Семеріков [256] та О. М. Спірін [210]. О. Г. Глазунова [161], А. Ф. Манако [215] та А. М. П. Шишкіна [328] обґрунтували теоретико-методичні засади формування

хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу. Для даного дослідження суттєвим є аналіз структури хмаро орієнтованого навчального середовища, етапів його побудови. Однак використанню хмаро орієнтованих систем для підвищення кваліфікації вчителів приділяється дуже мало уваги. Л. І. Тимчук [310] розробила методику біографічного дослідження в ході проектування біографічних цифрових наративів; методику визначення контенту біографічного цифрового наративу; цифровий навчально-методичний контент для використання на різних рівнях формальної і неформальної освіти. Для даного дослідження важливим буде проведення аналізу цифрового навчально-методичного контенту для використання на різних рівнях формальної освіти (особливо для курсів підвищення кваліфікації вчителів). Проблему розвитку ІК-компетентності майбутніх вчителів початкових класів досліджувала В. О. Гринько [160]. В контексті даної проблематики буде використана та частина дослідження В. О. Гринько, в якій описано розвиток рефлексивно-педагогічної складової ІК-компетентності.

Окремою групою постають дослідження Т. Л. Архіпової [134], Н. В. Бахмат [136], В. Ю. Бикова [139], Д. Бланк (D. Blank) [91], Т. В. Зайцевої [134], У. П. Когут [189], Ю. Г. Лотюк [211], Дж. Маршалл (J. Marshall) [91], Н. В. Морзе [263], В. П. Олексюка [271], К. Дж. О'Хара (K. J. O'Hara) [91], К. І. Словак [305], С. В. Шокалюк [298] та ін., в яких виявляються перспективні напрями використання хмарних сервісів у навчальному процесі ЗВО, в управлінні навчанням, управлінні освітньою установою, у підтриманні наукових досліджень. Проте, проблема модернізації курсів підвищення кваліфікації вчителів за рахунок використання хмарних сервісів та систем залишається невирішеною. Методики з використання хмарних систем в підвищенні кваліфікації вчителів залишаються практично нерозробленими.

Однак, з урахуванням Положення про наукові ліцеї, де вказано, що до складу співробітників мають бути залучені педагогічні чи науково-педагогічні працівники, слід звернути увагу на поглиблення наукового складника у

підготовці вчителів, що працюватимуть у наукових ліцеях. Доцільно використовувати в процесі навчання і професійного розвитку вчителів концепцію відкритої науки, що є актуальною парадигмою розвитку освіти і науки в контексті низки міжнародних документів, зокрема, Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (2018 р.). Мета відкритої науки – це доступне поширення наукових здобутків як науковцям так і всім охочим та зацікавленим верствам населення. Концепція відкритої науки базується на низці ключових пріоритетів, зокрема, щодо публікації у відкритому доступі результатів досліджень, відкритих даних, відкритих методів досліджень, відкритого оцінювання, відкритої комунікації, відкритої освіти та інших. Зокрема, важливу роль відіграє відкритий доступ до інструментів здійснення досліджень, опрацювання даних, їх обговорення і поширення. Поєднання відкритої науки та хмарних технологій, призвело до появи нових перспектив їх використання в підготовці вчителів до роботи в наукових ліцеях. Тому, в даному випадку слід розглянути які саме завдання будуть поставлені в процесі проектування необхідних для цього хмаро орієнтованих систем.

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

Ю. В. Триус [313] розуміє педагогічне наставництво як елемент адаптивного управління в системі підготовки майбутніх вчителів, окрім того разом з О. О. Сотуленко [314] запропонував інтегральну мультиплікативну

модель адаптивного процесу навчання команди проекту. Адаптивні системи електронного навчання досліджувались К. Фрошл (C. Froschl). Л. І. Тараріна в своїх працях обґрунтувала новий метод адаптації, який можна використати для побудови адаптивних, частково інтегрованих навчальних середовищ. Науковці Дж. К. Р. Тсенг (J. C. R. Tseng), Хуей-Чунчжу (Hui-ChunChu), Г.-Дж. Хван (G.-J. Hwang), Ч.-Ч. Цай (Ch.-Ch. Tsai) [23] розробляли адаптивну систему навчання з двома джерелами персоналізації. Їх дослідження базується на двох основних джерелах інформації щодо персоналізації, тобто поведінки в навчанні та стиль особистого навчання. Попередні дослідження адаптивного навчання, головним чином, були спрямовані на покращення успішності учнів на основі єдиного джерела персоналізації інформації, такої як стиль навчання, пізнавальний стиль або досягнення в навчанні.

Пояснюючи зміст поняття «відкрита наука» науковці С. Гільперт (S. Hilpert), К. Калдемейєр (C. Kaldemeyer), У. Крієн (U. Krien), С. Гюнтер (S. Gunther), К. Вінгенбах (C. Wingenbach), Г. Плессманнд (G. Plessmannd) [46] включають до змісту поняття підвищення ефективності, контролю та відтворюваності результатів, повторне використання наукової роботи та підвищення прозорості всіх наукових процесів. С. Бартлінг (S. Bartling) та С. Фрізіке (S. Friesike) у своєму дослідженні [11] виокремлюють 3 напрями, які вважають відкритою наукою. С. Бартлінг (S. Bartling) та С. Фрізіке (S. Friesike) [11] стверджують, що наука повинна бути доступною для широкої аудиторії. О. О. Петренко [100] досліджував зміни, що відбуваються в сервіс-орієнтованих архітектурах у зв’язку із переносом прикладних застосувань у хмарне середовище, зокрема в Європейську хмару відкритої науки. В. Ю. Биков та М. П. Шишкіна [21] дослідили наукову та методологічну основу створення та розвитку хмаро орієнтованого середовища у контексті відкритих наукових пріоритетів та формування Європейського наукового простору (ERA).

О. А. Жерновникова та О. І. Проскурня в своєму дослідженні [174] виокремили основні проблеми, пов’язані з математичною освітою та вважають, що на змістову частину курсів підвищення кваліфікації в першу чергу мають

впливати ці проблеми. Тобто в першу чергу має враховуватись специфіка відповідного типу ЗЗСО та проблеми які виникають під час викладання навчальних предметів.

Дослідження проведене С. Каплун [180] показало, що впровадження нових форм та методів навчання безпосередньо в курси підвищення кваліфікації має відповідати тим проблемам та змінам, що відбуваються в суспільстві. Тобто поява наукових ліцеїв призводить до потреби модернізації змісту курсів підвищення кваліфікації, щоб вчителі які зараз працюють у ЗЗСО могли, за потребою, в подальшому працювати в наукових ліцеях.

Однак питання проектування й використання хмаро орієнтованих методичних систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та проблем наукової освіти вчителів залишаються актуальними й недостатньо дослідженими.

Тому **проблема** розроблення теоретико-методичних засад проектування та використання хмаро орієнтованих методичних систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є основою для забезпечення якісної роботи вчителів у науковому ліцеї, що дасть змогу підготувати ІКТ компетентних професіоналів, висококваліфікованих педагогічних кадрів для сучасної освіти.

Аналіз наукових досліджень теоретичного й практичного характеру показав, що існують **суперечності** між:

– потребою у запровадженні хмаро орієнтованих засобів інформаційно-комунікаційних технологій, що не є локалізованими, але є вільнопоширюваними, й недостатньою кількістю науково-методичних досліджень можливих перспективних шляхів їх застосування у сфері підвищення кваліфікації вчителів;

– необхідністю впровадження нових, адаптивних засобів і технологій навчання й вибором якісних електронних ресурсів та ІКТ у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти;

– потребою підвищення кваліфікації вчителів для роботи в наукових ліцеях

і недостатньою кількістю методик запровадження технологій відкритої науки у цей процес;

– необхідністю модернізації курсів підвищення кваліфікації вчителів і недостатнім впровадженням відповідних технологій, моделей і методик для роботи в наукових ліцеях;

– потребою впровадження принципів відкритої науки в курси підвищення кваліфікації вчителів і недостатньою кількістю наукових досліджень щодо відповідних методології і моделей;

– значним зростанням вимог до структури і складу навчальних задач, які треба вирішувати вчителям ліцеїв, та застарілими підходами до організації ІКТ-інфраструктури у закладах загальної середньої освіти, що потребують модернізації шляхом упровадження хмарних сервісів відкритої науки;

– потребою у формуванні адаптивної інформаційно-технологічної інфраструктури навчального закладу на базі хмарних технологій і недостатнім рівнем обізнаності вчителів ліцеїв із перевагами інформаційно-технологічних рішень;

– необхідністю забезпечення ширшого та безкоштовного доступу до наукових, навчальних і науково-освітніх електронних ресурсів і матеріалів у педагогічному навчальному закладі та потребою розроблення і подальшого впровадження педагогічно виважених методик використання наявних хмаро орієнтованих засобів відкритої науки, що не є локалізованими та впровадженими в Україні.

Актуальність і необхідність теоретичного й практичного вирішення проблеми дослідження зумовили вибір теми дослідження: «**Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї**».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. У дисертації наведено результати досліджень, одержані під час виконання науково-дослідних робіт Інституту цифровізації освіти НАПН України «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої

освіти» (ДР 0118U003161, 2018–2020), «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» (ДР 0121U107673, 2021–2023) відповідальним виконавцем яких була дисертантка, й наукового дослідження «Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» (ДР 0121U108755, 2021) – переможця за результатами конкурсного відбору щодо виконання у 2021 р. прикладних наукових досліджень для підтримки молодих вчених, які працюють (навчаються) у підвідомчих установах НАПН України, керівником якого була дисертантка. Тему затверджено на засіданні Вченої ради Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України 13 вересня 2018 року (протокол № 9), узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні при НАПН України 25 вересня 2018 р. (протокол № 4).

Об'єкт дослідження – підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

Предмет дослідження – теорія і методика проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в наукових ліцеях.

Мета дослідження – спроектувати хмаро орієнтовану методичну систему підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Відповідно до об'єкта, предмета та мети дослідження поставлені наступні **ЗАВДАННЯ**:

1. Визначити поняттєвий апарат, уточнити зміст основних понять, що стосуються проектування хмаро орієнтованих методичних систем у підвищенні кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, визначити тенденції використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі.

2. Обґрунтувати принципи, методи і підходи до проектування хмаро орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів.

3. Визначити засоби і сервіси для проектування хмаро орієнтованих

систем підвищення кваліфікації вчителів.

4. Обґрунтувати модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

5. Розробити складники хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та встановити взаємозв'язки цих складників.

6. Експериментально перевірити ефективність розробленої хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

7. Узагальнити й упровадити у педагогічну практику результати теоретичних та експериментальних досліджень.

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

Методи дослідження. Було застосовано теоретичні (аналіз психолого-педагогічних теорій і концепцій із проблеми дослідження, порівняння вітчизняних і зарубіжних підходів до організації навчання та наукових досліджень із використанням сервісів хмарних обчислень, систематизація та узагальнення теоретичних і експериментальних даних) та емпіричні (експериментальне дослідження використання хмарних сервісів у закладах вищої педагогічної освіти України, експертне оцінювання результатів обстеження, спостереження за начальною діяльністю із використанням хмарних технологій у навчальній і науковій діяльності) методи дослідження.

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

Цільова експериментальна група – вчителі природничо-математичних предметів закладів загальної середньої освіти.

Теоретико-методологічні засади дослідження

Наукова новизна та теоретичне значення результатів дослідження полягає у наступному:

– *уперше*: теоретично обґрунтовано й розроблено: модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; модель основних видів діяльності суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; модель використання інструментів відкритої науки відповідно до етапів наукового дослідження; критерії, показники та рівні сформованості компетентності з відкритої науки вчителів; складники хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї: цільовий, змістовий, технологічний та результативний; тенденції використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі;

– *уточнено:* етапи проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; загальні типи діяльності вчителя та науковця наукового ліцею; критерії добору сервісів і ІКТ платформ відкритої науки; поняття: «компетентність з відкритої науки вчителя», «хмаро орієнтована методична система»; принципи, методи й підходи щодо формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання й професійного розвитку вчителів;

– *дістали подальшого розвитку* теоретико-методичні засади створення й розвитку комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища; електронного науково-освітнього інформаційного простору для комп'ютерної підтримки освіти; теорія та методика підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів інформатизації освіти.

Практичне значення результатів дослідження полягає в:

1) розробленні методик: методики використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи; методики використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї; методики використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі як складників хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

2) розробленні дистанційного навчального курсу для вчителів «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» (https://classroom.google.com/c/MTIzNzIxNjg0MTM2?cjc=bvuyurd);

3) укладанні програми підвищення кваліфікації вчителів «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» (http://lib.iitta.gov.ua/733118/);

4) укладанні програми підвищення кваліфікації вчителів «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи» (http://lib.iitta.gov.ua/733090/);

5) використанні наукових результатів дослідження при виконанні проекту НФДУ, що став переможцем конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» (тема: Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів, реєстраційний номер проекту: 2020.02/0310);

6) розробленні навчально-методичного забезпечення для системи післядипломної педагогічної освіти та закладів, що здійснюють підвищення кваліфікації вчителів: методичні рекомендації у співавторстві «Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» (https://lib.iitta.gov.ua/728506/), методичний посібник у співавторстві «Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя» (https://lib.iitta.gov.ua/723149/).

Одержані результати можуть бути використані для:

– поліпшення якості й ефективності проектування хмаро орієнтованих методичних систем у закладах освіти;

– забезпечення умов для використання у процесі навчання й професійного розвитку вчителів найкращих зразків електронних освітніх ресурсів і сервісів;

– удосконалення підготовки і професійного розвитку вчителів шляхом використання у навчальному процесі засобів і сервісів хмарних технологій;

– ширшого впровадження у навчальний процес закладів освіти інноваційних педагогічних технологій;

– удосконалення змістового компоненту курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів;

– розроблення та вдосконалення навчально-методичного супроводу курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів (навчальних та методичних посібників, рекомендацій).

Результати дисертаційної роботи може бути застосовано в системі післядипломної педагогічної освіти, зокрема їх можуть використовувати науково-педагогічні працівники, що здійснюють професійну діяльність, дослідження та розробки, спрямовані на використання хмарних сервісів у системі післядипломної педагогічної освіти, а також педагоги-практики у процесі підвищення кваліфікації.

Дослідження здійснювалися впродовж 2018 – 2021 рр. і охоплювало три **етапи науково-педагогічного пошуку**.

На аналітико-констатувальному етапі (2018 – 2019 рр.) була розроблена програма дослідження, що включала визначення вихідних теоретичних позицій, цілі експериментальної роботи і визначення завдань, конкретизацію об’єкту і предмету дослідження, виділення етапів і визначення термінів роботи. Була проаналізована науково-методична література з інформаційно-комунікаційних технологій, досвід підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів, що надало можливість визначити актуальність дослідження та сформулювати його гіпотезу. Розроблялися, перевірялися і удосконалювалися програми підвищення кваліфікації; вивчалися сучасні вітчизняні і зарубіжні методи використання інформаційно-комунікаційних технологій у підвищенні кваліфікації фахівців; проводився теоретичний аналіз вітчизняної та зарубіжної психолого-педагогічної літератури для з’ясування ступеня вивченості і

розробленості проблеми та констатувальний етап педагогічного експерименту. На даному етапі було проведено констатувальний етап педагогічного експерименту.

На проектувально-пошуковому етапі (2019 – 2020 рр.) було розроблено окремі елементи компонентів методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

На формувально-узагальнювальному етапі (2020 – 2021 рр.) проведено формувальний етап педагогічного експерименту; проаналізовано, опрацьовано та узагальнено одержані результати експериментальної роботи; сформульовані загальні висновки та визначено перспективи подальшого вивчення проблеми; виконано оформлення рукопису дисертації.

Експериментальною базою дослідження на різних етапах педагогічного експерименту виступали Херсонський державний університет, Криворізький педагогічний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького та Державний університет «Житомирська політехніка». Загальна кількість учасників експерименту – 924 освітян.

Вірогідність результатів дослідження обумовлена: теоретичною обґрунтованістю вихідних положень дослідження; застосуванням комплексу методів педагогічного дослідження, адекватних його предмету, меті та завданням; методично обґрунтованим використанням програмного забезпечення; різнобічною апробацією основних положень дисертації; результатами статистичного опрацювання педагогічного експерименту та впровадженням методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. На констатувальному етапі педагогічного експерименту кількість респондентів становила 924 освітян. На формувальному етапі педагогічного експерименту кількісний склад контрольної групи становив – 141 слухач (5 груп), а

експериментальної – 395 слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів (4 групи).

Упровадження результатів дослідження. Результати дослідження впроваджено в навчальний процес (Додаток Л): Дрогобицького державного педагогічного університету (довідка № 066/1 від 30.09.2022), Криворізького державного педагогічного університету (довідка № 127 від 16.09.2022), Класичного приватного університету (довідка № 815 від 05.09.2022), Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 01-12/218 від 22.03.2021) та Державного університету «Житомирська політехніка» (довідка № 44-22.07/1905 від 03.11.2020).

Особистий внесок здобувача в працях, опублікованих у співавторстві. Авторові належать: у монографії [133] написано підрозділи та розділи (3.4, 4.1, 4.3, 5, 6); у методичному посібнику [135] розділи (5 і 6); у монографії [237] підрозділ (1.3); у методичних рекомендаціях [154] підрозділи та розділи (1.2, 4.2, 4.4, 2, 5); результати апробації використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [149, 188]; методичні рекомендації щодо використання доповненої та віртуальної реальності у процесі змішаного навчання [59, 70, 105, 68]; особливості змішаного навчання, [183, 184, 248, 245, 249, 250, 251]; аналіз сервісів та інструментів відкритої науки, їх використання [69, 81, 143, 186, 187, 247, 254, 258, 296, 297, 331, 333]; визначення понять відкрита наука та компетентність з відкритої науки, опис концепції європейської хмари відкритої науки та її структури [117, 182, 213, 246, 252, 255]; опис тем для практичних занять і самостійної роботи [209]; поняттєвий апарат із проблеми гейміфікації у закладах загальної середньої освіти [244]; аналіз стану розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих методичних систем [67, 104, 106, 115, 253]; визначення понять, опис основних етапів еволюції, основних особливостей та принципів застосування систем адаптивного навчання для підготовки вчителів [71, 88, 185]; використання систем комп’ютерної математики як інструменту підтримки навчальної та науково-дослідницької діяльності [116, 118].

Жодне наукове положення та результати кандидатської дисертації «Хмарний

сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики» у докторській дисертації не використано.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи обговорювали на засіданнях науково-методичних семінарів кафедри інформатики та прикладної математики Криворізького державного педагогічного університету (2018–2021 рр.), кафедри математики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету (2019–2021 рр.), спільної науково-дослідної лабораторії з питань використання хмарних технологій в освіті ДВНЗ «Криворізький національний університет» та Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (2018–2021 рр.).

Основні положення дослідження викладено на науково-практичних конференціях різного рівня: *міжнародних* – XI Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020» (м. Житомир, 2020); Заочній міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку сучасної післядипломної освіти» (м. Київ, 2020); Міжнародній науково практичній конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки» (м. Рівне, 2020); VI Міжнародній науково-практичній конференції «Наукова школа академіка І. А. Зязюна у працях його соратників та учнів» (м. Харків, 2020); IX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Молодь у світі сучасних технологій», МССТ-20204 (м. Херсон, 2020); Міжнародній науково-практичній конференції «Смарттехнології як чинник інноваційного розвитку» (м. Рівне, 2020); The 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (м. Кривий Ріг, 2019); The Sixth International Conference: Digital Education at Environmental Universities (м. Вроцлав, 2019); V Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Психолого-педагогічні аспекти навчання дорослих у системі неперервної освіти» (м. Київ, 2019); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «MoodleMootUkraine 2020: теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (м. Київ, 2019); ICHTML 2020: Міжнародній конференції з історії, теорії та методики навчання (м. Кривий Ріг, 2020); The XIIIth

EuroSymposium'2021 (м. Гданськ, 2021); II Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті та науці» (м. Мелітополь, 2021); III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні методики навчання іноземних мов і перекладу в Україні та за її межами» (м. Переяслав, 2021); XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2022, м. Кривий Ріг, 2022); ICL2022 «Learning in the Age of Digital and Green Transition» (м. Відень, 2022); *всеукраїнських* – XX Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів (м. Одеса, 2020); Науково-практичній конференції «Дистанційне навчання в сучасній Україні: проблеми та перспективи» (м. Одеса, 2020); VII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців «Інформаційні технології» (м. Київ, 2020); Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції з нагоди відзначення Дня науки-2020 в Україні «Розвиток науки та техніки: проблеми і перспективи» (м. Київ, 2020); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти» (м. Бердянськ, 2020); Науково-практичній конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (м. Київ, 2019); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Наукова молодь» (м. Київ, 2018-2021); Звітній науково-практичній конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України (м. Київ, 2018–2022).

Публікації. Основні результати дослідження відображено у 86 працях, із яких 40 – одноосібні; 2 монографії у співавторстві, 1 методичний посібник у співавторстві, 1 методичні рекомендації у співавторстві; 26 статей опубліковано в наукових фахових виданнях України, з них 3 – у виданнях, які внесено до міжнародних наукометричних баз; 17 статей опубліковано в зарубіжних наукових виданнях, які внесено до міжнародних наукометричних баз.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (339 найменувань, серед яких 132 – англійською мовою), 10 додатків на 133 сторінках. Робота містить 15 таблиць і 155 рисунків. Загальний обсяг дисертації – 546 сторінок.

РОЗДІЛ 1
ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1 Розвиток і використання хмаро орієнтованих систем у сучасній освіті

Термін «хмарні технології» в Україні з'явився ще в 2008 р. Тому на даний момент використання хмаро орієнтованих систем в педагогічній освіті є питанням не новим. Проте, зважаючи на нові вимоги які висуває українське суспільство до випускників ЗВО та постійний розвиток хмаро орієнтованих систем та хмарних сервісів, поява нових, актуалізуються подальші педагогічні дослідження за даною тематикою.

Так, К. Р. Колос [190] включає в орієнтований зміст ІКТ-підготовки директорів ЗЗСО у межах професійного модуля курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників тему «Використання хмарних технологій у підготовці шкільної документації». А навчальна програма Житомирського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти включає в собі модуль «Використання хмарних технологій у професійній діяльності академічного персоналу» та його вивчення реалізується з використанням додатку Google Apps for Education [190].

Хмарний компонент, з використанням системи Maxima спроектовано та розроблено в рамках дослідження, проведеного в 2012 – 2014 роках в Інституті інформаційних технологій та навчальних засобів НАПН України, присвяченого використанню СКМ для підготовки бакалаврів інформатики (У. П. Когут) [189]. Спеціальні показники виявлення рівня ІКТ-компетентності освітнього персоналу, підготовленого в рамках хмаро орієнтованого навчального середовища, а також показники якості оцінювання компонентів навчання були розроблені в рамках науково-дослідної роботи, присвяченої формуванню та розвитку дослідницького середовища, проведеного в 2012 – 2014 рр. в Інституті інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України (М. П. Шишкіна)

[329]. Для оцінки ефективності запропонованого підходу педагогічний експеримент проводився в Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка.

У роботі [295] було розроблено компоненти методики (цільовий компонент, змістовий компонент, форми організації, провідні методи навчання, засоби формування професійних компетентностей) використання хмарного сервісу SageMathCloud як засобу формування професійних компетентностей учителя математики [295]. Узагальнюючи одержані результати констатувального етапу педагогічного експерименту (2014 р.) М. В. Попель можна стверджувати, що: викладачі в більшості випадків не використовують у навчальному процесі хмарні сервіси, за винятком застосування їх в якості хмарного сховища; викладачі зацікавлені у впровадженні в навчальний процес хмарного сервісу SageMathCloud (станом на лютий 2019 р. – CoCalc). Експериментально було підтверджено, що рівень сформованості професійних компетентностей майбутніх учителів математики буде вищим, якщо у процес навчання педагогічно обґрунтовано запроваджувати розроблену методику використання хмарного сервісу SageMathCloud як засобу формування професійних компетентностей учителя математики. Результати дослідження М. В. Попель протягом 2013 – 2016 рр. було впроваджено у навчальний процес Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, Криворізького державного педагогічного університету, Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова та Херсонського державного університету.

М. П. Шишкіною було спроектовано модель хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища педагогічного навчального закладу [332], на основі якої в подальшому розроблено методичну систему формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу. Результати дослідження впроваджено в педагогічну практику ДВНЗ «Криворізький національний університет», Херсонський державний університет, Тернопільський державний педагогічний університет

ім. В. Гнатюка, Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Дрогобицький державний педагогічний університет ім. І. Франка, Черкаський державний технологічний університет та Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. За результатами проведених опитувань М. П. Шишкіною в 2013 – 2014 рр. можна прийти до висновку, що хмарні сервіси активно використовуються в навчальних закладах України. Крім того, респонденти відмітили, що в педагогічній практиці використовують одночасно декілька хмарних сервісів.

О. В. Коротун [192] було створено електронний навчальний курс «Бази даних» для майбутніх учителів інформатики у хмаро орієнтованій системі дистанційного навчання Canvas та розроблено методику використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики. Згідно проведеного дослідження О. В. Коротун [192] на констатувальному етапі дослідно-експериментальної роботи з'ясовано: викладачі (вчителі) знають про існування систем дистанційного навчання та хмарних сервісів. Вчителі ЗЗСО не використовують в освітньому процесі системи дистанційного навчання, але деякі почали впроваджувати хмарні сервіси Office365 та Google Classroom.

Виявляється, що більша частина викладачів педагогічних навчальних закладів знайомі з хмарними сервісами та висловлюють намір використовувати в навчальному процесі хмаро орієнтовані системи. Проте, далеко не всі викладачі мають досвід використання хмаро орієнтованих систем та хмарних сервісів. Тому, лише деякі з них радять слухачам в процесі виконання громіздких обчислень користуватись хмарними сервісами чи хмаро орієнтованими системами. Було виявлено, що викладачі, які використовують той чи інший хмарний сервіс в навчальному процесі в повній мірі залучають весь його можливий інструментарій. Однак, за браком методичних розробок використання хмаро орієнтованих систем постає ефективність їх педагогічного використання виявляться не повною мірою. Згідно проведених досліджень [290] викладачі вбачають перспективи використання хмарних сервісів під час

вивчення математичних дисциплін в наступному: індивідуалізація навчання; економія часу викладача; різноманітність навчання. Щодо форм організації навчального процесу, то на думку більшості респондентів, в першу чергу потребують активної підтримки: лекції та практичні заняття.

Одна з характеристик хмаро орієнтованих систем є адаптивність. Проблема модернізації процесу навчання в загальноосвітній школі у відповідності із сучасними досягненням науково-технічного прогресу на думку багатьох українських вчених потребує першочергової уваги. Однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних кадрів, підвищення кваліфікації вчителів, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій є запровадження адаптивних хмаро орієнтованих систем у заклади вищої освіти. Більшість сучасних хмаро орієнтованих систем характеризуються адаптивністю, що виражена у інструментарії, що автоматично налаштовується на індивідуальні потреби та особливості користувачів включених в освітній процес. Тому вивчення адаптивних хмаро орієнтованих систем є частиною вирішення проблеми даного дослідження. Окремим питанням постає адаптивність в широкому розумінні та в межах хмаро орієнтованої системи.

Якщо звернутись до теорії адаптивних систем, то задача зводиться в побудові регулятора, що буде впливати на певний об’єкт / суб’єкт і з часом забезпечить (за будь-яких умов) досягнення поставленої мети. Система, що складається з параметрів об’єкта / суб’єкта та вказаного регулятора називатиметься адаптивною [319]. При цьому час досягнення мети називається часом адаптації. Якщо повернутись до теми дослідження, то в даному випадку в якості регулятора виступатиме хмаро орієнтована система.

В свою чергу, згідно з досліджень В. Г. Сраговича [308] адаптивність алгоритму управління означає, що мета забезпечується на всьому класі (об’єктів / суб’єктів та функціональних зв’язків), до того ж залишається до кінця невідомим, яким саме процесом виконується управління. За наявності стратегії стає можливою оцінка характеристик процесу, над яким відбувається

управління. Проте, В. Г. Срагович [308] підкреслює, що не обов'язково одночасно проводити і керування і оцінювання об'єкта / суб'єкта. Тобто, адаптивна система змінює свій алгоритм (або свою структуру) автоматично, що передбачає досягнення поставленої мети за будь-яких умов.

Адаптивні та інтелектуальні технології розглянув в своєму дослідженні ще в 2006 р. П. І. Федорук. На той час дані технології вважались новим, одним з провідних напрямків досліджень інформаційних технологій. В дослідженнях науковців цього напрямку основна мета полягала в персоналізації дистанційного навчання. Саме з використанням адаптивних та інтелектуальних технологій, на думку автора [321], можна досягти персоналізації та диференціації у вже існуючих системах навчання.

На думку П. І. Федорук в навчальному процесі слід більше приділяти увагу системам навігації; ефективніше використовувати ресурси мережі Інтернет, електронні бібліотеки та репозитарії [323]. Вчений досліджував проблему проектування інтелектуальних навчальних систем та зауважив, що подібні системи повинні мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, щоб викладач зміг не лише працювати з вже готовим навчальним матеріалом, але й самостійно його змінювати, оновлювати та створювати власні розробки. В рамках проведених досліджень П. І. Федорук стверджував, що «За допомогою використання адаптивних та інтелектуальних технологій навчальна система отримує можливість ураховувати персональні здібності студента, його попередні знання, вміння [323]». Дослідником було виявлено, що з усіх розглянутих ним дистанційних систем навчання, жодна не була адаптивною до взаємодії з групами студентів, тобто не враховувала індивідуальні особливості до навчання кожного студента та викладача.

Згодом, було розроблено, впроваджено та успішно апробовано адаптивну систему дистанційного навчання [322] у заклади вищої освіти України. Окрім цього, проведені дослідження, що передували створенню адаптивної системи, можна використовувати при розробці програмних засобів, для подальшого адаптивного дистанційного навчання. Запропонована система включала в себе

адаптивний контроль знань (з урахуванням індивідуальних особливостей кожного студента автоматично обирався відповідний рівень складності навчального матеріалу, тестових завдань). Ефективність використання адаптивної системи дистанційного навчання була підтверджена і в педагогічній галузі. Було показано, що якість засвоєння знань у студентів суттєво підвищується завдяки використанню запропонованої системи.

О. В. Касьянова ще в 2006 р. досліджувала адаптивні гіпермедіа системи [181], які на її думку значно підвищують можливості навчальних систем в цілому. В основу адаптивної гіпермедіа системи покладено також персоналізація з урахуванням індивідуальних особливостей тих, хто навчається (при цьому в ролі слухачів виступають не обов'язково студенти). В даному випадку, застосування адаптивних методів навчання буде найбільш ефективним, оскільки подібна система охоплює широке коло користувачів з різними рівнями знань та досвіду, з різними вимогами до навчального матеріалу та поставленими завданнями. Тому, на думку дослідниці, область застосування подібної системи значно ширша ніж традиційної навчальної системи, оскільки до складу системи можна включити області застосування, що є далекими, на перший погляд, від навчання.

До того ж, згідно досліджень О. В. Касьянової, всі адаптивні гіпермедіа системи можна об'єднати в один клас, до складників якого можна віднести гіпертекстові та гіпермедіа системи. За рахунок цього для кожного користувача буде адаптоване його робоче місце з індивідуальним інструментарієм т а налаштуванням різних аспектів самої системи (без впливу на роботу інших користувачів).

В першу чергу, науковці вважають, що адаптивність важлива саме в дистанційному навчанні, оскільки дистанційна навчальна система має бути зорієнтована на значну кількість користувачів з різним рівнем знань. О. В. Касьянова вважає, що мережні навчальні системи поєднують інтелектуальні навчальні системи та адаптивні медіасистеми.

Вивчаючи дану проблему, слід охарактеризувати до чого (чи до кого) ці

системи повинні бути адаптовані, які характеристики слід дослідити та врахувати при побудові моделі користувача. Окрім моделі користувача в системі зберігається й профіль користувача. Профіль користувача зберігає особисту інформацію користувачів такі як наукові (навчальні) переваги, режим навчання та знання користувача. Модель будується на основі дослідження профілю. Група вчених з Хорватії [84] досліджували питання характеристик, що необхідні при побудові моделі користувача для адаптивних систем навчання. Згідно даних досліджень, в якості джерел адаптації обирали індивідуальні характеристики користувачів. Результатом роботи можна вважати перелік 17 характеристик, які вважають джерелами адаптації (вік, стать, когнітивні здібності, такі як швидкість обробки, довготривала пам'ять, просторові здібності та інші, метакогнітивні здібності, особистість, тривога, емоційні та афективні стани, когнітивні стилі, стилі навчання, досвід, фонові знання, мотивація, очікування). Відповідно до отриманих результатів, адаптація навчальних систем підвищується, коли вони адаптовані до одного або декількох з перелічених характеристик користувача.

На думку англійських вчених [94] адаптивність – це спосіб побудови системи курсів у відповідності з інтересами користувача та застосування адаптації на основі переваг користувача. Адаптивна система навчання – це система навчання, яка пристосовує структуру навчального змісту до індивідуальних навчальних особливостей окремих користувачів.

М. П. Шишкіна в своїй роботі [330] розглянула можливість поєднання хмарних технологій та адаптивних систем, при цьому наголошуючи на тому, що можливе одночасне використання декількох моделей хмарних сервісів: SaaS та PaaS. Це призводить до динамічної адаптації. При цьому, М. П. Шишкіна зазначає, що побудова моделі користувача в подібній гібридній системі досить складна задача, оскільки потребує опрацювання величезного масиву даних. Це одна з основних математичних та методологічних проблем, що може постати в процесі проектування адаптивних хмаро орієнтованих систем.

М. В. Пікуляк запропонував виконувати побудову адаптивного

навчального модуля в системі дистанційної освіти на основі сценарного методу. Запропонована ідея базується на так званих сценаріях (сценарних прикладах). Сценарний приклад – це окреме спеціальне правило (програмне рішення), що пов'язує між собою кванти (навчальні одиниці матеріалу). Результатом роботи користувача з системою має бути в даній ситуації, вихідний результат (номер навчального режиму), на думку науковця [278]. Цінність запропонованого методу, полягає в тому, що [278]:

– з'являється можливість моделювання та реалізації програмного навчання;

– засвоєння навчального матеріалу відбувається варіативними шляхами;

– більше шляхів перевірки засвоєння знань слухачем;

– наявні дослідження шляхів вибору кожним користувачем в системі;

– можливість оцінки вірогідності одержати підказки;

– контроль засвоєння знань кожним слухачем окремо.

Українські вчені О. О. Гагарін та С. В. Титенко розглядали адаптивність у системах безперервного навчання. Тому в їх роботах [156] адаптивінсть розглядалась в першу чергу як симбіоз мети та результату. При цьому, мету розглядають саме ту, яку для себе висуває користувач системи, а в якості результату виступає саме навчальний результат, який одержав користувач на даному етапі роботи з системою. Найбільшу увагу вчені приділяють саме адаптивні гіпермедіа-системи. Дані системи, так само як і адаптивні системи навчання, складаються з моделі користувача, яку будують на основі попередньо досліджених особливостей користувача. Проте, є й певні відмінності. Адаптивні гіпермедіа-системи мають базуватись на адаптивності контенту та навігації. Це означає, що кожна окрема веб-сторінка (точніше її вміст та наповненість) має адаптуватись до потреб та індивідуальних особливостей користувача. Адаптивність навігації полягає у перебудові (в залежності від попередніх дій користувача в системі) та частковій зміні розташування посилань (пунктів меню) на веб-сторінці. Також значно спрощує роботу з системою й адаптивні фільтрація інформації [156]. В даному випадку вказаний

пошук звужується за рахунок обраних критеріїв чи параметрів пошуку. При цьому фільтрація може здійснюватися, як на основі вибору безпосереднього вибору користувачем, так і на основі переглянутого попередньо матеріалу (документів, сторінок чи окремого контенту, розміщеного на веб-сторінці).

Отже, комбінування адаптивних хмаро орієнтованих систем та сучасних педагогічних методик буде ефективним рішенням поставленої проблеми, що сприятиме адаптивності системи освіти до індивідуальних особливостей підготовки педагогічних та науково-педагогічних кадрів. Використання інформаційних технології, на даному етапі розвитку освіти, краще зосередити саме на адаптивних системах навчання.

Оскільки онлайн-навчання та електронне навчання широко поширені та широко використовуються в освіті, важливо було створити ефективну та надійну інформаційну систему для зберігання навчальних даних та надання навчальних послуг. Науковці Т. Кім та Дж. Лім (T. Kim та J. Lim) [54] розробили архітектуру хмарної інформаційної системи для онлайн-освіти протягом усього життя. Оскільки хмарна система базується на технології віртуалізації, дослідники запропонували схему управління віртуальними ресурсами – розподіл віртуальних машин та призначення вузлів моніторингу. За допомогою запропонованої хмарної архітектури наявна можливість створення та використання інформаційної системи електронного навчання для онлайн-освіти протягом усього життя.

В дослідженнях А. Юм, Р. Купер, та А. Боровський (A. Hume, R. Cooper, та A. Borowski) [48] описується шлях розвитку моделі для пізнання педагогічного змісту вчителів в науковій освіті, яка тепер ідентифікується як модель уточненого консенсусу. Дослідниками були описані різні компоненти моделі, що представлена у схематичному вигляді. Модель уточненого консенсусу описує рівні знань та досвіду, які базуються на практиці вчителів та опосередковують результати учнів. Ключовою особливістю цієї моделі є ідентифікація трьох різних сфер – колективного, персонального та взаємопов’язаного. Ці сфери використовуються для розміщення

спеціалізованих професійних знань, якими володіють різні вчителі, в різних умовах, починаючи від зібраних знань, зрозумілих багатьом, до унікальної підмножини знань, на яку спирається окремий учитель.

В роботі [98] Д. Ортега-Санчес та І. Гомес-Трігерос (D. Ortega-Sánchez та I. Gómez-Trigueros) проаналізовано ставлення майбутніх учителів щодо потенційного внеску освітніх технологій, зокрема масових відкритих онлайн-курсів (MOOC), для дотримання цілей сталого розвитку. Була використана анкета, затверджена трьома іспанськими університетами, і використано кількісний аналіз даних. Отримані результати свідчать про потребу в систематизації та узагальненні відомостей щодо інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для сталого розвитку в навчальних програмах підвищення кваліфікації вчителів.

Відкриту науку можна розглядати як технологію розширеного навчання (TEL). Відкрита наука означає відкриття дослідницького процесу шляхом оприлюднення більшості проміжних результатів та способу досягнення цих результатів на загальнодоступних ресурсах мережі Інтернет. Використання відкритих наукових інструментів забезпечить набір надійних і стійких способів об’єднати спільноти, що географічно віддалині між собою. Крім того, дослідники в TEL зможуть використати результати викладені в будь-якій статті, використовуючи інструменти відкритої науки [60]. Отже, відбувається створення концепції відкритої методології, що означає спільне використання методологічних деталей проведеного дослідження та інструментів, що використовуються для збору та аналізу даних.

Відкрита наука, як і класична наука, передбачає використання чотирьох інструментів. Там, де це було можливо та доцільно. Три з них уже добре відомі та в певній мірі розповсюджені:

1) відкритий доступ як спосіб зробити результати досліджень доступними;

2) відкриті дані як спосіб опублікування необроблених даних;

3) відкритий код як спосіб надати доступ до дослідних зразків.

Крім того, можна стверджувати про існування відкритої методології (як

четвертого інструмента): вона означає передачу методологічних деталей проведеного дослідження та інструментів, що використовуються для збору та аналізу даних (відкриті методи і методики досліджень).

У традиційній науці вчителі можуть мати доступ до дослідницьких публікацій TEL, але, щоб отримати в руки прототипи досліджень, вони повинні бути частиною проекту або випробування. В іншому випадку їм доводиться чекати, поки відповідний дослідний зразок не стане продуктом, для завершення якого зазвичай потрібні роки. Завдяки відкритій науці час між дослідженнями та застосуванням на практиці може значно скоротитися: викладачі та вчителі зможуть завантажувати та відтворювати запропоновані моделі, сервіси, системи та переносити їх безпосередньо в аудиторію чи клас (ще до завершення дослідження, бета тестування). Крім того, вони можуть сприяти вдосконаленню прототипу, надаючи зворотній зв'язок та / або передаючи вихідний код до сховища з відкритим кодом. Однак, не виключаємо і той факт, що повна відкритість може сприяти зловмисникам, що будуть блокувати відповідний прототип. Тому про повну й остаточну відкритість вихідних кодів не йде мова. Лише часткова відкритість з подальшою перевіркою внесених змін. Відкрита наука також буде корисною для відкритих інновацій. Ідея відкритих інновацій полягає у включенні зовнішніх знань в організаційний інноваційний процес. Програмне забезпечення з відкритим кодом, створене в TEL, може бути використано для ініціювання відкритих інновацій у бізнесі зацікавлених сторін TEL. Одним з яскравих прикладів є Moodle, який з'явився в рамках науково-дослідницького проекту. Завдяки розробникам Moodle було створено міжнародну комерційну мережу, включаючи розробників хостингу, консалтингу та програмного забезпечення. Аналогічно відкритий доступ може сприяти відкритим інноваційним процесам у компаніях, а відкриті дані та відкрита методологія можуть допомогти покращити дослідження у відділах досліджень та розробок компаній [60].

Можна зазначити, що є деякі елементи відкритої освіти, які впроваджені у відкриту науку та педагогіку [122]:

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

– Використання вільнопоширюваного програмного забезпечення та інструментів з відкритим кодом, з урахуванням питань зручності та етики.

– Запровадження участі викладачів та слухачів, співпраці та сприяння, за допомогою технологій, участі в соціальних мережах, а також інструменти для кодування та спілкування на семінарах.

– Продукування знань та розширення можливостей для тих, хто їх здобуває, шляхом проведення семінарів на основі проектів або досліджень (включаючи пряме та повторне використання розробок з відкритим доступом).

Найновіші події в хмарних обчисленнях – це туманні і крайові обчислення. Необхідно провести порівняння цих методів, щоб зрозуміти переваги використання крайових обчислень в хмарі, туманних обчислень та обчислень клонування в різних системах. Сервіси, що базуються на хмарі, використовують центральний сервер для обробки даних, що покращує зв’язок між пристроями користувача. Отже, існує потреба у використанні крайових обчислень у хмарі, поза центрального серверу. Мета полягає у дослідженні можливостей виконання обчислень у крайових вузлах. Крайові обчислення в хмарі доповнюють традиційні центри обробки даних, що складаються з хмарних моделей, із сервісними вузлами, розміщеними по краях мережі [39]. Фізичне розміщення крайових вузлів дозволяє обробляти дані до віддалених хмар на найближчому сервері. Обчислення на крайових вузлах, ближчих до користувачів, можна використовувати як платформу для провайдерів додатків для вдосконалення своїх послуг. Подібним чином, хмари клонів забезпечують розподілений механізм роботи додатків, на відміну від крайових обчислень в хмарі. Він автоматично трансформує мобільні додатки, щоб скористатися хмарою [39]. Ця схема є гнучким способом виконання обчислень, який передає виконання на клони пристроїв, що працюють у хмарі. Клон дозволяє динамічно виконувати різні програми шляхом чергування між клоном і пристроєм.

Відомо, що хмарні обчислення та мобільні обчислення використовуються

разом для використання мобільних фонових технологій для збільшення ресурсів для смарт-пристроїв. Однак вони мають недоліки: затримки, недостатня стійкість мережі та збої у роботі каналів. Крайові обчислення – це термінологія, яка використовується для розширення традиційних центрів обробки даних за допомогою сервісних вузлів на краях мережі. Mobile Edge Computing (MEC) дозволяє використовувати хмарні та IT-послуги в безпосередній близькості від мобільних абонентів, тим самим зменшуючи затримку. Вона базується на децентралізованій моделі, яка взаємопов'язує неоднорідну хмару, та складається з наступних елементів [39]:

а) близькість: можливість використовувати вузли, які знаходяться ближче, а не далі.

б) інтелектуальність: використання автономного прийняття рішень.

Отже, на основі цих загальних елементів, обчислювальні технології забезпечують менші затримки, збільшують ефективність пропускної здатності та еластичні послуги для користувача. Користуючись цією послугою, користувачі отримують переваги (зменшення затримки) на відміну від тих, хто знаходиться далеко від центрів обробки даних. Крайові обчислення надають традиційний центр обробки даних з розширеними можливостями для розгортання сервісів у крайових мережах [39]. Близькість користувачів та низька затримка є суттєвими перевагами часу перевантаження мережі. Ці функції дозволяють операторам мобільних мереж, постачальникам, а також постачальникам послуг додатків вдосконалювати існуючі сервіси за допомогою передових обчислень, забезпечуючи збільшення вартості відповідних бізнес-моделей.

У той же час існує багато відкритих проблем у крайових обчисленнях: створення стратегій розгортання додатків, захист граничних вузлів та відновлення доступу є одними з питань, які потребують подальших досліджень. Оскільки крайові обчислення знаходиться в безпосередній близькості від користувачів, це дозволяє зменшити затримку обчислень та передачі даних. Вони також надають можливості радіомережі, включаючи доступ до інформації

про мережу та інтеграцію з послугами мережі оператора.

1.2 Напрями досліджень методичних хмаро орієнтованих систем

Використання хмарних технологій та хмарних сервісів в навчальному процесі є досить перспективним напрямом сучасних досліджень. При цьому хмарні сервіси знайшли своє місце як в навчальному процесі ЗВО так і ЗЗСО. Про це свідчать численні захисти дисертаційних робіт за даною тематикою: С. Г. Литвинова «Теоретико-методичні основи проектування хмаро-орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу» (2016) [208], М. П. Шишкіна «Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу» (2016) [329], О. В. Мерзликін «Хмарні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики» (2017), Т. Я. Вдовичин «Використання мережних технологій відкритих систем у навчанні майбутніх бакалаврів інформатики» (2017), М. В. Попель «Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики» (2017), Т. В. Волошина «Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій» (2018), О. В. Коротун «Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики» (2018) [191] та ін. Крім того, не одна науково-дослідна робота присвячена даній тематиці: «Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу» (ДР № 0115U002231, 2015 – 2017), «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти» (ДР № 0118U003161, 2018 – 2020), «Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища» (ДР № 0117U000198, 2017 – 2019) та ін. Проте, даний напрямок досліджень залишається не до кінця вивченим, про що можуть

свідчити координації нових тем наукових досліджень в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні при НАПН України. Інтерес науковців до хмаро орієнтованих середовищ, хмаро орієнтованих систем не вщухає не дивлячись на фундаментальні праці з даного напрямку [237]. Хоча такі поняття для української педагогічної науки як «хмарні технології», «хмарні сервіси», «хмаро орієнтовані системи», «хмаро орієнтовані середовища» не нові, проте в наукових дослідженнях відбувається певне ототожнення вказаних понять. Крім того не до кінця визначено співвідношення між поняттями «хмаро орієнтовані системи» та «хмаро орієнтовані середовища» [253].

Н. В. Марченко проаналізувала систему форм підвищення кваліфікації вчителів згідно з вимогами Нової української школи. Вона визначила в своєму дослідженні [257], що основою сучасних курсів підвищення кваліфікації вчителів є розвиток творчості, креативності, професійних здібностей та майстерності. У дослідженні науковця побіжно розглянуто хмарні технології, як засіб для ознайомитися з окремими темами предметного спрямування та виконання індивідуальних практичних завдань [219].

Н. І. Крутова досліджувала проблему використання інформаційно-комунікаційних технологій в системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників [200]. Зокрема, науковець дослідила доцільність використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та основні проблеми організації навчального процесу. Науковець окреслює три основні напрями використання вчителем ІКТ: доповнення, інтеграцію та вдосконалення. Кожен підхід детально досліджено та описано. В дослідженні [200], зокрема, наведено перелік українських та зарубіжних платформ (дистанційні курси) для підвищення кваліфікації вчителів [219].

Дослідником Н. В. Євтушенко визначено цілі та завдання підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів в умовах реформування освіти України [173]. Зокрема, однією з цілей є: оволодіння досвідом організації навчального процесу в залежності від вимог розвитку

технічного прогресу та основних тенденцій розвитку освіти. Одним з основних напрямів реформування освіти, на думку Н. В. Євтушенка є питання фундаменталізації знань. В іншому дослідженні [171] науковець вивчає проблему інформаційної культури вчителів, яку розглядає як здатність сприймати та вивчати щось нове. Інформаційна культура, на думку науковця, один з основних напрямів підвищення рівня підвищення кваліфікації вчителів. При цьому в дослідженні [171] досить широко розкрито набуття вчителем високого рівня інформаційної культури [219].

В процесі аналізу вітчизняних праць науковців та в подальшому, на етапі проектування хмаро орієнтованого навчального середовища, Т. А. Вакалюк було виявлено, що одним з його складників є хмаро орієнтована система підтримки навчання (ХОСПН). Тому, Т. А. Вакалюк вважає за необхідне спочатку створення моделі хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики, оскільки вказана система є необхідною для проектування хмаро орієнтовано навчального середовища. Більш того, в окремих роботах Т. А. Вакалюк [148] розглядає хмаро орієнтовану систему підтримки навчання, як одну з основних складових хмаро орієнтованого навчального середовища [253].

Категорії хмаро орієнтованих засобів навчання, які наводять у своїй роботі М. В. Рассовицька та А. М. Стрюк [108] у процесі їх системного використання, можна розглядати як компоненти хмаро орієнтованого середовища. Також дослідники наводять принципи використання хмаро орієнтованих засобів навчання та ілюструють практичну реалізацію окремих компонентів, як складників системи хмаро орієнтованих засобів навчання [253].

Можна стверджувати, що С. Г. Литвинова теж поєднує хмаро орієнтоване середовище та хмаро орієнтовану систему, адже в самому означенні хмаро орієнтованого середовища, йдеться про систему хмарних сервісів. Тобто, хмаро орієнтоване середовище вже включає в себе хмаро орієнтовану систему навчального призначення [237].

Хоча О. М. Кривонос та О. В. Коротун інакше розуміють зміст поняття

«хмаро орієнтована система навчального призначення» [237], проте в дослідженні О. В. Коротун [193] вказано, що з використанням Canvas можна створити відкрите навчальне середовище, як відкриті так і закриті електронні курси. При цьому дослідниця розглядає Canvas як хмаро орієнтовану систему дистанційного навчання, зокрема систему управління навчанням [253].

Т. А. Вакалюк у авторській моделі хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики окреслює наступних суб'єктів взаємодії: адміністратор, викладач та студент [237]. При цьому дослідниця поєднує між собою традиційну систему навчання та ХОСПН, тому, наявні мета, зміст навчання, засоби, методи та форми. Однак, слід зауважити, що за рахунок використання хмарних сервісів та хмарних технологій, засоби, методи та форми навчання розширюються, стаючи хмаро орієнтованими. Тобто, традиційні засоби, методи та форми навчання застосовуються наряду з хмароорієнтованими (ті, що використовують хмарні сервіси та хмарні технології). Показана певна адаптація традиційної системи навчання до використання хмарних технологій навчання за рахунок впровадження ХОСПН [237]. Серед форм навчальної діяльності студентів хмаро орієнтованого навчального середовища зазначаються: практична підготовка, навчальні заняття, контрольні заходи, самостійна робота та науково-дослідна робота [145]. Особлива увага приділяється дослідницею такій формі організації навчальної діяльності, як лекція, оскільки дана форма виступає основною для проведення навчальних занять у хмаро орієнтованій системі підтримки навчання. При цьому, виконано детальний аналіз видів лекцій та окреслено ті, що на думку Т. А. Вакалюк вважаються хмаро орієнтованими [253].

Оскільки ХОСПН розрахована на організацію самостійної роботи студентів, тому в ній представлені інструменти для збору, перевірки та оцінювання виконаних лабораторних, практичних чи індивідуальних робіт [237]. Окремим компонентом постає інструмент захисту лабораторних робіт, що підтримується засобами хмарних технологій, тобто практично в режимі онлайн [145]. Завдання для самостійної роботи формуються викладачем

заздалегідь, вони не є автоматичними, та вказується період за який студенти повинні виконати завдання. При цьому в процесі виконання завдань кожен зі студентів може звернутись до викладача за консультацією, яка може мати форму листування (студент-викладач) чи колективного обговорення між викладачем та усіма студентами групи [253].

Одним з видів самостійної роботи виступають групові онлайн проекти, що розраховані на певний період виконання. Виконаний проект студенти надсилають викладачу для перевірки [237]. Завдання, їх виконання, розподіл на групи, перевірка та оцінювання викладачем проекту відбувається лише з використанням інструментарію хмаро орієнтованої системи [253].

Організацію контролю навчальної діяльності можна запровадити з використанням тестових завдань. Зокрема, проміжний контроль з теми, може набувати форми онлайн тестування. При цьому, студент не обмежений просторово (адже онлайн тестування можливо пройти і позааудиторно) та оцінка виставляється автоматично [145]. Що ж стосується модульних контрольних робіт, заліків та іспитів, то з використанням інструментарію ХОСПН краще за все вдасться перевірити теоретичну частину пройденого навчального матеріалу. Для цього слід викладачу підготувати практичні завдання, тести, опитування. Перевірку виконаних завдань, в даній ситуації можна провести як в очній формі так і з використанням хмарних сервісів – онлайн. Консультації, що проводяться перед іспитом викладач також зможе провести онлайн чи у вигляді спільного обговорення з окремою групою студентів [237]. Подібна форма роботи можлива і під час консультацій з науковим керівником в процесі написання студентами статей, курсових чи дипломних робіт [253].

М. В. Рассовицька та А. М. Стрюк в свою чергу вважають [237], що система хмаро орієнтованих засобів навчання складається з наступних засобів [108]: управління навчанням; комунікації; спільної діяльності; надання навчальних матеріалів; контролю знань [253].

При доборі хмарних засобів враховувались специфіка їх використання та

навчальне призначення. Окрім цього, дослідники вказали скоріше категорії хмаро орієнтованих засобів навчання, та зазначили, що ці категорії і утворюють систему хмаро орієнтованих засобів навчання [237]. Окремим питанням постає дослідження хмарних сервісів таких як Google та Microsoft, детальний аналіз їх переваг та недоліків у навчальному процесі [253].

Хоча, у роботі М. П. Шишкіної не представлено чіткого визначення хмаро орієнтованої системи підтримки навчання, проте описано що до її складу може бути включено інструментарій для моделювання та моніторингу успішності та навчальних досягнень студентів. Прогрес розвитку навчальних досягнень зберігається в подібних хмаро орієнтованих системах задля подальшого планування навчального процесу, його темпу [237]. Аналізуючи значні масиви даних, в яких накопичуються навчальні досягнення студентів викладач зможе індивідуалізувати навчальний процес згідно з рівнем підготовки кожного окремого студента групи [329].

Оскільки, О. В. Коротун розглядає хмаро орієнтовану систему дистанційного навчання як хмарний сервіс, об’єктом її дослідження обрано хмаро орієнтовану систему управління навчанням Canvas [193], що відноситься до категорії хмарних сервісів: програмне забезпечення як сервіс (SaaS) [237]. Ця хмаро орієнтована система призначена як для середньої так і для вищої освіти. З використанням інструментарію Canvas викладач зможе організувати: дистанційну та групову роботу студентів (в тому числі і проектну), оцінювання їх навчальних досягнень та проводити моніторинг, навчальні заняття (у формі лекцій, консультацій та дискусій) [253]. Цікавим є інтеграція Canvas з наступними сервісами: Facebook, Twitter, Skype, LinkedIn. О. В. Коротун вважає, що завдяки хмаро орієнтованим системам навчального призначення стають простішими нові форми організації освітнього процесу, зокрема, змішане навчання [191].

О. В. Коротун в своїх дослідженнях наголошує на те, що хмаро орієнтовані системи дистанційного навчання завдячують своїй появі розвитку та поширенню хмарних обчислень [237]. При цьому досліджуючи структури

подібних хмаро орієнтованих систем дослідниця вважає, що їх впровадження буде доцільним в першу чергу в невеликих закладах освіти (не важливо ЗЗСО чи ЗВО) [253]. Проте, якщо хмаро орієнтована система не входить до складу хмаро орієнтованого середовища, то її впровадження має бути поступовим, на не значній кількості користувачів (в межах кафедри, факультету, окремих груп студентів) [191].

Дослідницею виконано суттєвий аналіз зарубіжного досвіду впровадження хмаро орієнтованих систем дистанційного навчання, доцільність їх використання, зокрема у навчальний процес ЗВО України [237]. Цікавим є склад подібної хмаро орієнтованої системи, визначений у праці [191]: інструментарій для підтвердження автентичності; інструментарій для ієрархії прав доступу окремим користувачам та груп користувачів системи; інструментарій для керуванням та налагодженням електронного курсу включаючи як окремі дії його конфігурації, налаштування параметрів тощо; інструментарій для керування обліковими записами користувачів; інструментарій для організації навчального процесу групи студентів (та окремих студентів); інструментарій для організації та підтримання комунікації між користувачами системи; інструментарій для аналізу динаміки навчальних досягнень як окремого студента так і групи користувачів; інструментарій для планування та коригування динаміки навчального процесу; інструментарій для поєднання з іншими хмарними системами, сервісами, можливо з соціальними мережами; інструментарій для організації колективної та індивідуальної роботи студентів задля використання різних форм організації навчальної діяльності [253].

Дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) було розроблено робочою групою, створеної згідно Наказу МОН України від 11.09.17 №1273 (до складу робочої групи було включено М. П. Шишкіну) [253]. 5-й пріоритет даного документа містить підрозділ «Відкрита наука і цифрові інновації». 22.03.2018 Дорожню карту було схвалено рішенням колегії Міністерства освіти і науки України протокол № 3/1-7. У

листопаді 2018 року запущено в дію Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC), сервіси якої доступні для використання. Тому питання методології і методик широкого запровадження цих сервісів в освітній процес стоять особливо актуально [188].

В останні роки в Україні реалізовано кілька міжнародних проектів, присвячених питанням реалізації пріоритетів відкритої науки у закладах освіти. Зокрема, з 2016 року реалізується проект «Громадська синергія: посилення участі громадськості в євроінтеграційних реформах». В межах цього проекту здійснювалась цілеспрямована аналітична та інформаційно-просвітницька діяльність задля більшої ефективності формування громадянського суспільства і участі в євроінтеграційних процесах [253]. У 2017 – 2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проект DocHub, присвячений структуризації співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України. В межах цього проекту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів. Тим часом, нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо у процес підвищення кваліфікації вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім [188].

1.3 Підвищення кваліфікації вчителів для роботи в науковому ліцеї як педагогічна проблема

Н. В. Євтушенко [172] охарактеризувала систему підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів у післядипломній освіті України за структурними (загальнонаціональний, регіональний (рівень області), локальний (рівень міста / району / об’єднаної територіальної громади) рівнями. Науковець виокремлює найбільш перспективні тенденції розвитку програми підвищення кваліфікації вчителів: виважене поєднання традиційних дистанційних технологій і методичних систем навчання фахівців, підвищення

доступності й особистісної орієнтованості.

Дослідження Ф. Бозкурт (F. Bozkurt) [15] присвячене аналізу програми підвищення кваліфікації вчителів соціальних наук з точки зору формування навичок 21 століття. Проведене дослідження показало, що програма потребує вдосконалення, оскільки вчителі мали низький рівень компетентності взаємодії в цифровому середовищі.

С. Арслан (S. Arslan), İ. Х. Мірічі (İ. H. Mirici), Х. Оз (H. Öz) [4] впровадили та оцінили авторську програму підвищення кваліфікації вчителів англійської мови в неформальних навчальних закладах. Двотижнева онлайн-програма навчання була розроблена з урахуванням професійних потреб вчителів та апробована. Результати дослідження показали, що програма мала значний вплив на знання та поведінку вчителів. Хоча більшість позитивно ставилися до програми, деякі вчителі пропонували проводити програму очного навчання та продовжити тривалість навчання.

У дослідженні А. У. Кімав (A. U. Kımav) та Б. Айдін (B. Aydın) [55] описано проект контекстної програми підвищення кваліфікації вчителів для використання інструментів Web 2.0 на уроках EFL. Учасниками були 122 вчителі англійської мови, які працювали в Школі іноземних мов Університету Анадолу. У навчальній програмі було дотримано вісім послідовних етапів. Цей проект, на думку дослідників, можна запропонувати та розробити для подібних закладів, які бажають підвищити компетентності своїх викладачів щодо інтеграції технологій у навчальний процес.

В зв’язку із затвердженням Постанови КМУ від 21.08.2019 № 800 «Деякі питання підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників» (що наразі є чинною) курси підвищення кваліфікації вчителів зазнали суттєвих змін, оскільки були внесені правки в Порядок підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників. Підвищення кваліфікації вчителів має декілька напрямів, але в рамках даного дослідження виокремимо: підвищення професійних компетентностей; використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі.

На зміст курсів підвищення кваліфікації вчителів впливає й ситуація в зв'язку з введенням карантинних заходів в Україні, пов'язаних з поширенням COVID-19 (2020 – 2021 рр.), адже широкого впровадження набули форми дистанційної роботи, змішане та дистанційне навчання. Задля організації дистанційного та змішаного навчання вчителям потрібно навчитись використовувати технології та системи, що в межах однієї платформи забезпечать повноцінну організацію навчального процесу без залучення стороннього інструментарію. Одним із варіантів можна запропонувати використання хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем.

16 січня 2020 р. Верховною Радою України було прийнято Закон «Про середню освіту», згідно якого 10-12 класи є профільним рівнем, що також вимагає відповідної специфіки у підвищенні кваліфікації вчителів-предметників. Окремою проблемою постає питання зміни юридичного статусу школи, адже до вчителів, що викладають в ліцеї більш високі вимоги, як до спеціалістів. Тому потребує перегляду зміст курсів підвищення кваліфікації, його оновлення та наповнення у відповідності до сучасних цифрових технологій. Зокрема для вчителів, які будуть працювати в ліцеях (чи наукових ліцеях) вимоги зростають, тому й курси підвищення кваліфікації мають бути більш академічними та науковими.

Щоб окреслити основну проблему, що полягає у вдосконаленні курсів підвищення кваліфікації вчителів, зокрема включення до їх освітньої складової специфіки викладання в науковому ліцей треба проаналізувати та окреслити основні відмінності наукового ліцею від багатопрофільного ліцею.

Зазначено, що головна мета наукового ліцею – освітня діяльність, спрямована передусім на залучення учнів до наукової та науково-технічної діяльності. [279]. Що ж до багатопрофільного ліцею, то його головна мета полягає в якості забезпечення права громадян на здобуття повної загальної середньої освіти [276]. Науковий ліцей також забезпечує здобуття повної загальної середньої освіти, однак на перший план виходить саме науковість у викладанні предметів і активне залучення учнів до наукової діяльності під керівництвом учителя.

Окрім цього, суттєва відмінність наукового ліцею від багатопрофільного полягає в додаткових правах та обов'язках, що передбачені для даного закладу загальної середньої освіти. Наприклад, в Положенні про Відокремлений підрозділ «Науковий ліцей» Державного університету «Житомирська політехніка» [279, с. 4] в пункті 1.6 зазначено: «…забезпечувати здійснення освітнього процесу в обсязі не меншому, ніж 5 відсотків навчального навантаження учнів особами, які мають науковий ступінь, вчені звання або почесні звання «народний», «заслужений»». Подібна вимога стосується виключно наукового ліцею. Також, у зобов'язаннях вказано, що слід залучати осіб (наукові та науково-педагогічні працівники), що мають право виконувати роль керівників для участі учнів у науковій та науково-дослідницькій діяльності. Тобто постає проблема в тому, щоб залучати науковців до викладання в наукових ліцеях без педагогічної освіти (що може суттєво вплинути на освітній процес та мати негативні наслідки, або навпаки – це залежить від рівня наукового та загального розвитку викладача), або ж вчителів, що недостатньо обізнані з науковою складовою в освітницькій діяльності. При цьому важливо не лише залучати учнів до наукової чи дослідницької роботи, але й мати суттєві результати та високу результативність [279]. Отже, вчителю необхідно пройти курси підвищення кваліфікації, що включатимуть специфіку викладання предметів у науковому ліцеї. Якщо ж залучати викладачів ЗВО, то потрібно подбати про педагогічну складову їх професійної підготовки (відмінності в методиках), щоб розуміти тонкощі викладання в ЗВО та ЗЗСО (хоч і з науковим спрямуванням).

До головних цілей наукового ліцею слід віднести в першу чергу підготовку майбутнього вченого, в той час, як для багатопрофільного ліцею можна сформулювати лише вивчення окремих предметів на профільному рівні [276].

Тобто постає необхідність в оновленні змісту курсів підвищення кваліфікації вчителів до складу яких бажано включити окремі теми (чи окремі модулі), що матимуть наукову складову. Очевидно, що мова йде про так зване

science education (навчання природничо-математичних дисциплін) за профільним спрямуванням та залученні учнів до науково-дослідної діяльності.

Сформувати науковий стиль мислення в ліцеїстів допоможе наукова освіта, що передбачає подальшу здатність до інноваційності. Одним із завдань наукового ліцею це сформувати на високому рівні інноваційну компетентність у випускників. Також дослідження Л. М. Гриневич, Н. В. Морзе та М. А. Бойко [159] ілюструє взаємозв'язок між підвищенням навчальних досягнень в учнів та доступом до цифрових технологій, рівнем кваліфікації їх вчителів. При цьому більшість проблем наукової освіти, на думку дослідників [159] можна вирішити шляхом формування в учнів STEAM та інноваційну компетентності. В першу чергу це стосується учнів наукових ліцеїв. Для формування STEAM та інноваційної компетентності науковці Л. М. Гриневич, Н. В. Морзе та М. А. Бойко пропонують використати наступні методи: дослідницько-пізнавальний, проблемне навчання та навчальні проекти.

Наукова освіта є невід’ємною частиною освіти 21-го століття, але необхідно вирішити кілька проблем. Однією з найбільш критичних проблем, з якими стикається наукова освіта, є створення негативних емоцій і досвіду. Вчителям важко зрозуміти курси підвищення кваліфікації з науковою складовою [53] (це вчителі, які наразі працюють в ЗЗСО, але в майбутньому планують влаштуватися в науковий ліцей). Відсутність інтересу вчителів, знання відносного змісту, відсутність педагогіки, пов’язаної з викладанням природничих наук, і загалом негативний досвід також можуть бути перенесені на їхніх учнів. Більше того, удосконалення того, як учні досліджують і розуміють явища та концепції, одночасно сприяючи активному та науковому мисленню, є критично важливим. Хмарні системи та сервіси, як частина освітнього середовища навчального закладу зарекомендували себе на високому рівні. Вони підвищують мотивацію до навчання, зацікавлюють учнів до подальшого вивчення предмету чи теми, візуалізують складні поняття та процеси [207]. Таким чином, інтеграція хмарних систем та сервісів в наукову освіту має бути значно збільшена, щоб покращити залученість і мотивацію для

підтримки відповідної діяльності, яка сприяє науковій освіті. Гейміфікація уроків природничих наук шляхом впровадження ігрової механіки та її елементів може потенційно усунути перешкоди, з якими стикається наукова освіта, підвищивши мотивацію, когнітивні та метакогнітивні досягнення та задоволення учнів [53]. На відміну від реальної шкільної лабораторії, хмарні сервіси та системи можуть забезпечити безпечне та реальне середовище для експериментів без будь-якої небезпеки або страху нещасних випадків, а також створюють спільне навчальне середовище для групи учнів віддалених територіально. Тому, забезпечуються різні форми навчання та їх режими (наприклад, дистанційне, очне, змішане, синхронне, асинхронне, біхронне). Але для цього вчителю наукового ліцею треба в першу чергу бути обізнаним з останніми науковими трендами, вільно користуватись хмарними сервісами та системами (не зважаючи увагу на відсутність локалізації) та гнучко застосовувати свої знання на практиці заохочуючи дослідницьку діяльність учнів.

У розв’язанні окреслених проблем може стати впровадження в шкільний процес STEM. На думку Л. М. Гриневич, Н. В. Морзе та М. А. Бойко наукова освіта напряму пов’язана зі STEM та STEAM [159]. Інтерес до допомоги учням у навчанні в галузях STEM можна простежити ще в 1990-х роках, коли Національний науковий фонд США (NSF) офіційно включив інженерію та технологію разом з природничими науками та математикою в студентську освіту та шкільну освіту K-12. Він створив акронім SMET (наука, математика, інженерія та технологія), який згодом використовувався іншими агенціями, включаючи Конгрес США. NSF також винайшов акронім STEM, щоб замінити SMET, і він став акронімом вибору. Однак не було досягнуто консенсусу щодо дисциплін, включених до STEM [62].

Численні точки зору щодо значення освіти STEM ускладнюють визначення ступеня, до якого наукову діяльність можна класифікувати як освіту STEM. Наприклад, освіту STEM можна розглядати в широкій та інклюзивній перспективі, включаючи освіту в окремих дисциплінах STEM,

тобто наукову освіту, технологічну освіту, інженерну освіту та математичну освіту, а також міждисциплінарні або міждисциплінарні комбінації окремі дисципліни STEM [62]. З іншого боку, інші можуть розглядати STEM-освіта лише як міждисциплінарну або міждисциплінарну комбінацію окремих дисциплін STEM.

STEM-грамотність передбачає створення розробок «навчальних програм STEM», заснованих на практичних навичках, спрямованих на усунення розриву між теорією та практикою, а також покращення навичок вирішення проблем. Навчальні програми STEM також мають узагальнювати пропозиції у яких учнів заохочують встановлювати «зв’язки» між змістом і навичками в широкому спектрі контекстів, щоб розвивати свої навички вирішення проблем.

STEM (science, technology, engineering and mathematics) – це освітній підхід, який тепер супроводжується варіантом STEAM (STEM + Arts). Обидва освітні підходи спрямовані на відновлення наукової грамотності молодих поколінь, і, з включенням мистецтва, творчість учнів описується як ключова навичка, якій слід приділяти особливу увагу.

Переваги та актуальність STEAM-освіти сьогодні очевидні для багатьох фахівців. Найважливішою психолого-педагогічною умовою є підвищення кваліфікації вчителів, які працюватимуть зі STEAM. Відповідно до STEAM-педагогіки, школяр має бути зацікавлений у навчанні, знання повинен застосовувати на практиці та безпосередньо. пов'язане з практикою, саме навчання повинно бути цікавим за формою, захоплювати дитину і приносити реальні результати в майбутньому, насамперед у професії. Саме практика поєднує в єдине ціле розрізнені природничі знання. Всі ці переваги STEAM-навчання є очевидним для школярів, але наскільки реальним є просте механічне перенесення STEAM-педагогіки в ЗЗСО? Насамперед слід зазначити, що проблема STEAM-навчання цілком відповідає сучасним вимогам. Тож, можна сказати, що школярі виявляють допитливість, цікавляться причинно-наслідковими зв'язками, намагаються самостійно придумати пояснення природних явищ; схильні спостерігати та експериментувати.

1.4 Зарубіжний досвід використання хмарних технологій у підвищенні кваліфікації вчителів

Задля визначення тенденцій розвитку і використання хмаро орієнтованих систем, в першу чергу слід розглянути загальні напрямки навчання вчителів країн Європи. Згідно європейських нормативів педагогічна освіта має забезпечити майбутнього педагога досить високим рівнем кваліфікації задля подальшої мобільності між різними напрямками та спеціальностями в галузі освіти (що забезпечить можливість викладання як у дитячому садку так і у закладі вищої освіти) [237].

Досліджуючи професійну підготовку майбутніх учителів у країнах західної Європи Н. М. Носовець в своєму дослідженні [269] зазначає, що в кожній країні підготовка вчителів відбувається в різних навчальних закладах та складає різну тривалість навчання. При цьому слід враховувати вчителя початкової чи старшої школи готує навчальний заклад. Проте, Н. М. Носовець узагальнюючи проведений аналіз вказує, що в різних країнах за теоретичну та практичну підготовку вчителів відповідають різні навчальні заклади. Проте, підготовка вчителів може складатись із загальної та спеціальної підготовки (за які відповідають університети), а також спеціальної чи професійно-педагогічної (проходить у спеціальних центрах чи повністю відбувається в школах). Крім того, оскільки сучасна освіта за кордоном зорієнтована на багатопрофільність в підготовці слухачів, тому вчителів в більшості країн Європи готують за декількома напрямами [237]. В результаті вчитель одержує одночасно декілька педагогічних спеціальностей. Поєднання цих спеціальностей передбачено законодавством, однак в деяких країнах дозволено обирати спеціальності на свій розсуд [269].

В роботі Т. А. Вакалюк [144] описано найбільш поширений досвід проектування та використання хмаро орієнтованого навчального середовища в країнах Європи. Так, компанія Microsoft та корпорація IBM одні з перших зробили свій вклад у використання хмарних технологій в навчальних закладах.

Наприклад, в Чехії, згідно дослідження Т. А. Вакалюк [144] функціонує навчальний портал на базі Office365 доступний для усіх навчальних закладів країни. При цьому наявна реєстрація нових користувачів, публікація загальнодоступної інформації про окремий навчальний заклад на персональному загальнодоступному сайті навчальної установи. У Азейбарджані також розпочалось активне впровадження хмарного сервісу Office365 [237].

Якщо ж говорити про корпорацію IBM [144], то слід зазначити, що нею представлено певні хмарні сервіси, які можна використати в навчальному процесі закладів різних рівнів освіти. При цьому заклади вищої освіти зможуть за допомогою інструментарію, що представлено в хмарних сервісах організовувати та контролювати навчальний процес [237].

Так, згідно проведеного дослідження Т. А. Вакалюк, в Іспанії у 2010 р. було розпочато проект за підтримки фонду Fundacoin German Sanchez Ruiperez. В рамках цього проекту впроваджувались хмарні технології, що являли собою інструменти спілкування, створення та зберігання дидактичних матеріалів, організації та контролю навчального процесу [237].

Щодо Казахстану [144], то попит на хмарні технології досить незначний. Лише окремі заклади вищої освіти зацікавлені в розбудові хмаро орієнтованих систем навчання, оскільки їх мета – підвищити конкурентоспроможність випускників. Досягнення цієї мети можливе лише за рахунок навчання студентів використовувати хмаро орієнтовані засоби та сервіси [237].

У дослідженні Н. В. Сороко [306] йде мова про естонську навчальну екосистему, що базується на хмарних обчисленнях. Цифрова навчальна екосистема розроблена в рамках міжнародного проекту Європейського Союзу «Оцінювання та навчання у галузі навичок 21-го століття» [237].

Дана екосистема являє собою сукупність певних складників [306]: інструментарій для розробки та створення мультимедійного дидактичного матеріалу; інструмент пошуку та розповсюдження загальнодоступних освітніх ресурсів; інтерактивний інструмент для соціальної мережі; інструментарій для

ведення блогів; сервіси для оцінювання ІК-компетентності викладачів [237].

У межах спільного проекту Естонії, Латвії, Литви та Німеччини Online4EDU вчителям слід опанувати Amazon Web Services та CloudMyOffice. Передбачена саме змішана форма навчання (фізична присутність та онлайн-семінари чи веб-конференції) [237].

Згідно досліджень С. Г. Литвинової та О. М. Мельник іноземних проектів в Німеччині, Чехії, Азербайджані показав, що хмаро орієнтовані навчальні середовища використовуються викладачами та студентами зарубіжних країн з метою удосконалення навчального процесу, доступу до навчальних матеріалів, графіків роботи, навчальних планів для активізації діяльності студентів [237], полегшення навчального процесу під час карантинного періоду, процесу отримання індивідуальних завдань і дистанційного навчання [64].

Таким чином, хмаро орієнтовані навчальні середовища мають низку переваг для навчальних закладів в організації навчального процесу та використання технологій навчання [237].

Наразі спостерігається помітне збільшення кількості освітніх організацій, що досліджують хмарні рішення. Електронна пошта, календарі, співпраця, відеоконференції, навіть системи та ресурси планування та управління навчанням забезпечують потенціал для подальшого впровадження хмарних технологій. В навчальні хмаро орієнтовані ІКТ-інфраструктури могли б мігрувати телефонні системи, системи безпеки, системи зберігання файлів і майже всі інші аспекти пов’язані з ІКТ. Через хмару можна отримати доступ до найсучасніших програмних технологій високої специфікації. Ці інструменти розташовані на робочому місці користувача можна використати як один з аспектів мотивації і залучення студентів, готувати їх до подальшого працевлаштування. Однак, вибір, впровадження та управління загальноосвітніми хмарними службами та програмами спільного використання є складним завданням. Інтеграція з існуючими пакетами (наприклад, презентації, Adobe, додатки Google тощо) є проблемою. Викладачам, педагогам та вчителям потрібні рекомендації та поради. У середовищі освіти, підтримка

ІКТ базується на підтримці експертів місцевого рівня. Прийняття комплексної інфраструктури ІКТ до хмари повинно дати цим експертам час і простір для співпраці з викладачами, вивчення та розробка більш ефективних способів використання ІКТ у навчальному середовищі. Багато шкіл і закладів освіти розглядають можливість міграції своєї ІКТ-інфраструктури в хмару внаслідок потенційних переваг, які вона надає [120]. Використання хмаро орієнтованого середовища та хмарних сервісів в освіті знижує вартість або й зовсім знімає потребу технічного обслуговування комп'ютерів, адже хмарні сервіси доступні та інваріанти щодо пристроїв. Хмаро орієнтовані системи забезпечують вищу продуктивність і зменшують витрати на програмне забезпечення. Веб-додатки миттєво та автоматично оновлюються, та вирішується проблема сумісності пристроїв та програмного забезпечення. Хмаро орієнтовані системи містять великі ємності для зберігання даних, забезпечуючи їх надійність. Також вважається, що хмарні обчислення є порівняно безпечним обчислювальним середовищем. Вони уможливлюють групову співпрацю та обмін даними через можливість обміну та редагування документів в режимі реального часу між кількома користувачами. Розробки, що базуються на хмарах, пропонують динамічний спосіб навчання, який більш тісно узгоджується з тим, як ми думаємо, ділимося ідеями, навчаємося та співпрацюємо поза аудиторією. За допомогою інструментів хмаро орієнтованих систем можна відстежувати навчальні дії окремих осіб та групи, а також оцінювати те, як було засвоєно тему або навчальний модуль [237]. Слухачі можуть працювати в командах, збирати спільні дані та структурувати інформацію – незалежно від часу, дня чи фізичного розташування. Редагування та обмін контентом у хмаро орієнтованій системі дозволяє розподіляти ресурси у різних форматах. Завдяки співпраці та презентуванню власного досвіду, хмаро орієнтоване навчання допомагає слухачам оволодіти навичками, які знадобляться у професійній діяльності, наприклад як робота в команді [120].

Оскільки навчання стає все більшою мірою цифровим, доступ до Інтернету стає більш важливим. Хмарні обчислення дають можливість

трансформувати педагогіку з послугами, адаптованими до потреб викладачів, вважають Д. Сільва (D. Silva) та К. Донор (K. Donert). Хмаро орієнтована система може надавати такі послуги, як віддалений доступ до інструментів навчання для закладів вищої освіти, щоб заощадити місцеве та державне фінансування економічно ефективним способом. Майбутні вчителі можуть отримати доступ до занять на ноутбуці, планшеті або телефоні з будь-якого місця і використовувати їх вільно. У той же час майбутній вчитель може запитати і відповідати на питання і ділитися вивченим, щоб допомогти іншим. Доступ до аналізу та даних користувачів означає, що така система може бути адаптована для забезпечення максимальної ефективності як для користувачів, так і для системи освіти. Але найголовніше, це допомагає молодим людям отримувати доступ до навчання в будь-якому місці будь-якого часу, будь-коли від будь-якого викладача з відповідним досвідом. Зміст освіти, що базується на використанні хмаро орієнтованих систем, розглядається як можливість зменшити навантаження на викладачів, на передачу навчальної інформації, та розуміння вивченого в контексті, використання його для вирішення проблем (тобто розвитку критичного мислення). Розбудова окремих компонентів хмаро орієнтованої системи для створення електронних обчислювальних ресурсів – це навички, які найчастіше прийдуть через взаємодію майбутніх вчителів один з одним та викладачами [237]. Ці взаємодії можуть здійснюватися в реальному часі, в Інтернеті або в обох випадках, але керівництво експертів у певній галузі залишатиметься важливою частиною навчального досвіду. Для більшості провідних навчальних технологій, хмаро орієнтована система надає можливість переосмислити роль, яку ІКТ відіграє у реалізації стратегії освіти. Завдяки своїй здатності кардинально змінити те, як слухачі співпрацюють, хмара потенційно змінює всю систему освіти. Таким чином розвиток хмаро орієнтованих систем має потенціал для зміни всієї системи освіти. Компанії розробки програмного забезпечення, такі як Adobe, швидко створюють хмарні сервіси для викладачів та слухачів, щоб керувати власним контентом та навчальним матеріалом. Проте, завдяки зміні технологій формується складне правове та регуляторне

середовище, що накладає на постачальників та розробників обов'язки, пов'язані зі збором, зберіганням та обробкою даних [120].

Незважаючи на те, що Google надає безкоштовні програми для навчальних закладів та викладачів, вчителів, деякі додаткові ініціативи спрямовані на підвищення ефективності використання цих програм і, ймовірно, на допомогу викладачам та вчителям ефективно інтегрувати їх у навчання. Програми підвищення кваліфікації вчителів були розпочаті в ряді країн. У Румунії в 2014 та 2015 роках вчителі проходили підготовку в основному через два специфічні курси, як у очній формі, так і онлайн. У роботі румунських вчених О. Істрате (O. Istrate) та С. Габуряну (S. Găbureanu) [51] представлено результати дослідження програми підвищення кваліфікації вчителів, проведеного в середині 2015 р., з метою надання зацікавленим особам – викладачам, тренерам, вчителям, експертам у галузі освіти, необхідної інформації про потреби в підготовці вчителів. Курси були проведені на досить високому рівні, викладачі вважали це корисним, оскільки курси покращили їх педагогічні та професійні навички. Завдяки інструментам Google, вчителі більш ефективні у вирішенні адміністративних завдань, вони мають більше можливостей для професійного розвитку, більше беруть участь у спільних освітніх проектах і мають успіх у створенні інтерактивних заходів для своїх учнів [237]. Слухачі більше беруть участь у заходах, використовують онлайн-додатки, краще розуміють зміст навчання та є більш творчими. Наявні також декілька недоліків та проблем у подачі навчального матеріалу, пов'язані з управлінською підтримкою, мотивацією слухачів, попередньо набутими навичками [51].

Ініціатива Google щодо підвищення кваліфікації вчителів до використання інструментів ІКТ в навчальному процесі є частиною освітньої програми Google [237]. У Румунії підписано рамкову угоду з Міністерством освіти, що має на меті «забезпечення кращої підготовленості молоді до професійного життя, шляхом надання доступу до технологій та навчання у використанні онлайн-інструментів, призначених для студентів та викладачів у

довузівській освіті. Компонент підвищення кваліфікації вчителів, що мав на меті підготувати близько 15000 вчителів приблизно за два роки, забезпечувався за допомогою каскадного навчання, розпочатого компанією Junior Achievement Romania, місцевим організатором та координатором програми [51]».

Не будучи першою програмою такого роду, вона ґрунтувалася на ініціативах декількох рівнів щодо готовності вчителів до використання онлайн-інструментів, які почалися ще у 2000 році та підтримувалися Міністерством освіти та компаніями, такими як Microsoft, Intel, Oracle, Siveco Romania [237].

Навчання роботи з сервісами Google робить акцент на інноваційній освіті, що дозволяє з дещо іншої точки зору використовувати інші форми навчання з використанням Google Mail, Calendar, Drive і т.д. залишивши вивчення можливостей онлайн-інструментів вчителям, як наступне завдання, самостійно коригувати завдання та навчальний матеріал відповідно до кількості учнів (слухачів) та рівня викладання [237]. В основному, зміст навчання є загальним і може бути представлений практично будь-яким професіоналам відповідної галузі, таким як медичний персонал, менеджери, вчені тощо; кілька вправ представляють зміст в загальному контексті освіти і пов’язують його з щоденним викладанням і навчанням [51]. Подібні ініціативи дозволяють проаналізувати історичний розвиток впровадження хмарних систем та сервісів, оскільки зараз навчання роботі з сервісами Google є необхідним мінімумом цифрової грамотності вчителя ЗЗСО.

Здійснене у травні 2015 р., дослідження мало на меті виявити додаткову цінність навчальних занять з використання інструментів Google для освіти, які були проведені протягом 2014 р. та на початку 2015 р. Навчальний план і аналіз усіх 18 онлайн-спільнот, створених для збору та обробки результатів дослідження – орієнтовані на слухачів, які відвідували хоча б одну формальну програму підвищення кваліфікації вчителів з використання інструментів Google для освіти [237].

Слід зазначити, що в 2014 та 2015 р. викладачі проходили підготовку в основному за допомогою двох специфічних курсів, один у прямому ефірі та

один в режимі он-лайн, що є частиною окремих програм підвищення кваліфікації вчителів. 161 вчитель відповів на запрошення і взяв участь у опитуванні [237]. Крім того, 6 тренерів надали додаткову інформацію про розвиток тренінгів, про зміст навчання та реакцію учасників з власних спостережень [51].

В Естонії в 2013 р. була створена нова установа «Фонд інформаційних технологій для освіти», що відповідає за навчання керівників шкіл та вчителів в галузі ІКТ та електронного навчання [170]. Актуальним було вирішення проблеми розвитку цифрової компетентності вчителів для професійного використання цифрових технологій, створення електронного навчального середовища, використання та поширення сучасного педагогічного досвіду. Зважаючи на це, в Естонії тепер обов'язковим для вчителів є підвищення кваліфікації в галузі ІКТ на курсах European Computer Driving License (ECDL), що складають 40 академічних годин.

Згідно досліджень Х. Пануотсопулос (H. Panoutsopoulos), К. Донерт (K. Donert), П. Папуцис (P. Papoutsis) та Х. Коцаніс (I. Kotsanis) існує низка реалізацій та ініціатив, які базуються на хмарі, що відбувалися в різних контекстах і на різних рівнях. Наприклад, Вестмінстерський університет звернувся до сервісу електронної пошти, заснованого на хмарі, через обмежене використання інституційної системи електронної пошти, а також надання комплексу засобів комунікації та продуктивності (а саме програми обміну миттєвими повідомленнями, спільного календаря, текстового процесора, електронних таблиць і презентацій), які можуть підтримувати спільні навчальні заходи. Бюджетні потреби для реалізації обраного рішення були низькими і відбувалося надання якісних послуг економічно ефективним шляхом. Крім того, ще однією перевагою хмарних послуг є доступність обчислювальної потужності для обробки великих масивів даних зручним способом [237].

Іноді, випадки впровадження хмарних технологій у формальну освіту, або вивчення освітнього потенціалу хмаро орієнтованих систем, відрізняються з точки зору масштабу формування різноманітних рівнів та стимулів. За

винятком проекту Rural School Cloud, більшість освітніх ініціатив, заснованих на хмарі, відбувалися з метою вирішення проблем, що виникають на місцевому (наприклад, інституційному) рівні. Більш масштабні реалізації (наприклад, на регіональному рівні) дійсно базуються на політиці, яка, однак, переважно формувалася за економічними причинами, а не внаслідок систематичних досліджень [237]. Орієнтуючись на всіх зацікавлених сторін і контекст використання, а також на всі рівні освіти, і, зосередивши увагу на потребах окремих слухачів, намір впровадження хмаро орієнтованих систем полягає в підвищенні обізнаності про потенційні вигоди, та наданні рекомендацій, інформуванні та стимулюванні подальших досліджень [99].

Досить важко уявити процес навчання без використання цифрових технологій. Традиційні методики навчання можуть вдало поєднуватись з використанням цифрових технологій, а дистанційне навчання буквально базується на використанні хмаро орієнтованих систем та хмарних сервісах. Дані технології є особливо актуальними після 16 жовтня 2020, коли набрало чинності Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти, затвердженим наказом МОН від 08 вересня 2020 року № 1115 [280]. В зв’язку з цим положенням Міністерство освіти і науки України (МОН) надало рекомендації закладам загальної середньої освіти (ЗЗСО). Так, повна загальна середня освіта, а точніше її здобуття, можливе за дистанційною формою здобуття освіти. Тому актуальність дослідження цифрових технологій та технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті не викликає сумнівів. Уточнення термінології основних понять, окреслення вітчизняних та зарубіжних наукових здобутків за даною галузевою тематикою слугуватиме підґрунтям для подальших наукових розвідок та практичних розробок [241].

Дослідження А. В. Черненко [326] присвячене аналізу використання цифрових технологій у процесі навчання майбутніх учителів іноземних мов. При цьому науковець детально аналізує появу терміну «цифрові технології» та розкриває зміст даного поняття. При цьому, автор стверджує, що цифрові технології ототожнюються з термінами «комп’ютерні технології» та

«інформаційно-комунікаційні технології» (ІКТ). Однак, «комп'ютерні технології» – термін більш новий та описує в більшості випадків технічні засоби. Автор стверджує [326], що «цифрові технології» є синонімом «електронні технології» та «комп'ютерні технології». При цьому А. В. Черненко аналізує тлумачення даних термінів з онлайн-словника Merriam Webster. В даному дослідженні не можна вважати ці терміни синонімами. Якщо визначитись точніше, «цифрові технології» – значно ширший термін. Проте, не зважаючи на певне ототожнення термінів, автор у визначенні все ж розглядає певну сукупність електронних технологій, комп'ютерних, інформаційних та інформаційно-комунікаційних. Тобто А. В. Черненко до даного переліку включає і технічні засоби, серед яких виокремлює: стаціонарні та мобільні [241].

Г. В. Жила згодна, що термін «цифрові технології» занадто широкий. Тому, на її думку встановити ефективність використання цифрових технологій досить складно. Дослідження [175] присвячене проблемам впровадження цифрових технологій в навчальний процес, зокрема під час вивчення іноземних мов у ЗВО. Г. В. Жила не наводить авторського означення терміну «цифрові технології». Однак, з контексту стає зрозуміло, що дослідник під цим поняттям розуміє [175]: аудіо та відео документи (зокрема доступні через мережу Інтернет), соціальні мережі, сайти спільнот (тематичні, навчального спрямування) та масові відкриті онлайн курси (МООС). В рамках даного дослідження слід зазначити, що поняття «цифрові технології» значно ширше, аніж представлене в даній роботі. Висновки науковця стосовно того, що впровадження цифрових технологій у ЗВО вимагає подальшої організації, реорганізації та інновації дидактичних систем навчання є виваженими та потребують подальших практичних розробок [241].

Цифрові технології розглядались і в контексті вирішення проблем вивчення безпекових дисциплін в роботі О. В. Березюк [137]. Науковець розглядає цифрові технології як метод, а серед даних технологій зосереджує увагу на: цифрових технологіях перевірки знань та їх оцінки, цифрових

технологіях для навчання. Дослідження спрямоване на аналіз контролю знань слухачів, зокрема контролюючої функції, як основної функції перевірки [241]. Окремим пунктом розкрито питання тестової перевірки і як один з прикладів цифрових технологій О. В. Березюк наводить авторську комп'ютерну програму «Тестер». До цифрових технологій науковець відносить і віртуальний лабораторний стенд. Однак, означення в роботі [137] не наведено і не зрозуміло, наскільки широким його сприймає науковець.

Що ж стосується поняття «технології хмаро орієнтованих систем відкритої науки» можна стверджувати, що воно є досить новим в порівнянні з терміном «цифрові технології». Окремі дослідження базуються на визначенні понять «хмаро орієнтовані системи» та «відкрита наука» [241].

Міжнародне визначення хмари базується на наступному визначенні: «хмарні обчислення – це модель, яка забезпечує зручний мережевий доступ на вимогу до спільного пулу конфігурованих обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, сховищ, програм та служб), які можна швидко забезпечити та випустити з мінімальними зусиллями управління або взаємодії постачальника послуг» [2]. Для вивчення структури хмари треба дослідити ті компоненти, які визначають поведінку, що включена в означення хмарних обчислень. Крім того, корисно визначити необхідність кожного компонента. Тобто дана проблематика потребує подальших досліджень та уточнень.

Хмарна технологія, на сьогодні, є лише одним із компонентів в галузі ІТ. Існує більше додатків і рішень, які використовують більше різноманітних хмарних послуг. Однак, опис варіантів хмарних додатків та сервісів буде виходити за межі цього дослідження [2].

Останнім часом поряд з хмарними сервісами чи системами окремо розглядають хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки. Для того, щоб зрозуміти їх відмінність від хмарних сервісів чи систем спочатку треба проаналізувати що вкладають в зміст поняття «відкрита наука». Мета відкритої науки – побудувати більш відтворювану та надійну науку; він робить це за допомогою нових технологій, змінюючи стимули науковців та ставлення їх до

відкритих даних. Сучасний рух до відкритої науки був спричинений не достовірними фактами у галузі психології та інших науках [1]. Ці події включають велику кількість досліджень, які не вдалося повторити, і поширеність загальних процедур досліджень та публікацій, які не можуть пояснити наслідки та проміжні етапи експериментальних досліджень. Зараз багато журналів та дослідних установ заохочують, вимагають або винагороджують деякі відкриті наукові практики, включаючи попередню реєстрацію наукових досліджень, надання повнотекстових матеріалів у відкритий доступ, розміщення даних досліджень, опис дослідницького та підтверджуючого аналізів та проведення реплікаційних досліджень. Суспільство може практикувати та просувати відкриту науку безпосередньо через діяльність дослідників, авторів, рецензентів, редакторів, викладачів та членів програмних та організаційних комітетів, шляхом перебування на посаді, просування по службі та винагородження. Для досягнення цих цілей вченим та науці доступно безліч ресурсів [1].

Відкрита наука об’єднує в собі такі поняття як відкритість, прозорість, строгість, відтворюваність та накопичення знань, які всі вважаються фундаментальними ознаками наукової діяльності (рис. 1.1). В останні роки дослідники почали рух у напрямі реформування, щоб зробити свою роботу більш узгодженою з цими принципами та вирішити проблему поточної «революції довіри». Наприклад, Товариство вдосконалення психологічної науки (SIPS; https://improvingpsych.org/mission/) – це товариство, засноване для подальшого впровадження вдосконалених методів та практик у галузі психологічних досліджень [110].

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

Рис. 1.1. Відкрита наука та її складники [337]

Частково це пов’язано з тим, що поточні структури стимулювання досліджень не відповідають основним інноваційним методикам. Крім того, виникає плутанина, розбіжності та дезінформація щодо того, які методи є найкращі, чи потрібні вони і чому вони потрібні, та як їх застосовувати. У відповідь на це дослідники створили безліч чудових ресурсів, розглядаючи кожну найважливішу сторону реформ методологій відкритих досліджень. Ці ресурси містять детальну інструкцію, контекст та відповідні наукові докази. Однак вони часто є технічними, розподіляються в різних журналах та сферах науки, або їх може бути важко визначити та отримати доступ до них різним спільнотам дослідників. Викладачі та науковці, які мають незначні попередні знання у галузі відкритої науки, можуть знайти та використати такі ресурси. Дійсно, нестача інформації про наявні ресурси та стимули для прийняття певного стандарту наукової практики нещодавно були визначені першопричинами для того, щоб дослідники в різних галузях не використовували такі вдосконалені наукові підходи. Отже, потрібен доступний і зведений посібник, який би виклав найкращі відкриті та загальнодоступні ресурси, пов’язані з удосконаленими практиками в різних галузях науки [110].

Вибір фокусу такого огляду важкий через постійну еволюцію того, що вважається кращою методикою, методичною системою. Крім того,

рекомендації різняться залежно від цілей та напрямків дослідження, і навіть досвідчені дослідники не погоджуються щодо того, що саме являє собою «найсучасніші методики» [110].

В попередньому дослідженні [253] окреслено термін «адаптивна хмаро орієнтована система відкритої науки»: «це хмаро орієнтована система (яка ґрунтується на хмарній платформі), що за своїми параметрами може автоматично налаштовуватися у відповідності до цілей і завдань організації процесу наукового співробітництва, різних індивідуальних особливостей та освітньо-наукових потреб учасників віртуального дослідницького колективу» [253]. Так як в даному дослідженні мова не йде про адаптивність, то можна сказати, що під *технологіями хмаро орієнтованих систем відкритої науки* визначаються цілеспрямовані, спеціально організовані сукупності інформаційних процесів з використанням хмаро орієнтованих систем, що відповідають усім принципам відкритої науки [241].

Якщо ж говорити про співвідношення двох термінів «цифрові технології» та «технології хмаро орієнтованих систем відкритої науки» можна сказати, що фактично останні є інформаційними процесами, що можливі з використанням цифрових технологій. Тобто технології хмаро орієнтованих систем відкритої науки неможливі без використання цифрових технологій (що є фактично пристроями). Так, поняття «цифрові технології» є досить широке так охоплює цілі класи пристроїв та програм. Однак, не можна говорити, що технології хмаро орієнтованих систем відкритої науки є їх складником [241].

1.5 Основні поняття та терміни

Т. А. Вакалюк в своєму дослідженні наводить наступне трактування поняття «хмаро орієнтована система підтримки навчання»: «Під хмаро орієнтованою системою підтримки навчання ми будемо розуміти таку систему, в якій виконання дидактичних цілей передбачає використання хмарних сервісів і технологій, і яка забезпечує групову співпрацю викладачів та слухачів, розробку, управління, а також поширення навчальних матеріалів із наданням

спільного доступу суб'єктам навчального процесу засобами хмарних технологій [148]». Авторкою досить детально розписано кожен компонент створеної моделі та їх зв'язки [253].

М. В. Рассовицька та А. М. Стрюк не дають чіткого визначення поняття «система хмаро орієнтованих засобів навчання». Проте, зміст поняття наводиться, скоріше описово [253]. В дослідженні [108] зазначається, що ті категорії на які розподілені науковцями хмаро орієнтовані засоби навчання і складають собою дану систему.

Хоча, С. Г. Литвинова не наводить окремо поняття хмаро орієнтованої системи [253], проте поняття хмаро орієнтованого навчального середовища розкриває через систему хмарних сервісів: «Хмаро орієнтоване навчальне середовище (ХОНС) – це штучно побудована система, що за допомогою хмарних сервісів забезпечує навчальну мобільність, групову співпрацю педагогів та учнів для ефективного, безпечного досягнення дидактичних цілей [208]».

О. М. Кривонос та О. В. Коротун уточнюють поняття хмаро орієнтованої системи дистанційного навчання [253]: «хмаро орієнтована система дистанційного навчання – це хмарний сервіс для організації навчального процесу, що дозволяє створювати, управляти та поширювати навчальні матеріали в електронному вигляді, контролювати та оцінювати результати навчання, формувати звітну документацію [71]».

При цьому, О. В. Коротун, наголошує на тому, що подібна хмаро орієнтована система дистанційного навчання повинна бути максимально простою у використанні та адмініструванні [193]. Проблеми, що можуть виникнути в процесі використання, як правило не стосуються користувача, їх на себе бере компанія розробник. При цьому, як і усі хмарні сервіси, дана хмаро орієнтована система не потребує додаткового встановлення на пристрій стороннього програмного забезпечення, налаштування а тим паче потужних апаратних засобів [253]. Згідно дослідження проведеного О. В. Коротун можна стверджувати, що подібні хмаро орієнтовані системи, що являють собою

програмне забезпечення як послугу, набувають в Українських ЗВО найбільшої популярності у використанні в навчальному процесі [194].

В подальших дослідженнях О. В. Коротун наводить дещо змінене, авторське означення [253]: «хмаро орієнтована система дистанційного навчання (ХОСДН) – це розміщена у хмарі система дистанційного навчання для організації освітнього процесу, використання якої дозволяє створювати, управляти й поширювати навчальні матеріали в електронному вигляді, організовувати комунікацію та спільну роботу між суб'єктами навчання, контролювати й оцінювати результати навчання, формувати звітну навчальну документацію [191]».

Отже, *хмаро орієнтованою системою* вважаємо сукупність хмарних сервісів розміщених на єдиній платформі та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби конкретного користувача [182].

Якщо до складу хмаро орієнтованої системи включити хмарні сервіси відкритої науки, то отримаємо дещо іншу структуру. Для опису змісту поняття «хмаро орієнтована система відкритої науки» перш за все слід розглянути термін «відкрита наука» та що в його трактування вкладають науковці.

Пояснюючи зміст поняття «відкрита наука» науковці С. Гільперт (S. Hilpert), К. Калдемейєр (C. Kaldemeyer), У. Крієн (U. Krien), С. Гюнтер (S. Gunther), К. Вінгенбах (C. Wingenbach), Г. Плессманнд (G. Plessmannd) [182] включають до змісту поняття підвищення ефективності, контролю та відтворюваності результатів, повторне використання наукової роботи та підвищення прозорості всіх наукових процесів [46].

Науковці Р. Вісенте-Саез (R. Vicente-Saez) та К. Мартінес-Фуентес (C. Martinez-Fuentes) [182] надають наступне означення відкритої науки: «Відкрита наука – це прозорі та доступні знання, якими обмінюються та які розширюють користувачі за допомогою спільних мереж» [130].

С. Бартлінг (S. Bartling) та С. Фрізіке (S. Friesike) у своєму дослідженні [11] виокремлюють 3 напрями, які вважають відкритою наукою в освіті:

1. Напрям «Державна школа»: зобов'язання зробити науку доступною для

громадськості. С. Бартлінг (S. Bartling) та С. Фрізіке (S. Friesike) [11], як прихильники державної школи стверджують, що наука повинна бути доступною для широкої аудиторії. Основне припущення в цьому полягає в тому, що соціальні веб-мережі Web 2.0 дозволяють вченим, з одного боку, відкрити та поширити кожен етап дослідження, а з іншого, підготувати результати своїх досліджень для зацікавлених пересічних громадян, які не пов'язані з наукою (існує два різних напрями в державній школі: перший стосується доступності дослідницького процесу, другий – зрозумілості результату дослідження (продукту) [182]). Обидва напрями включають відносини між науковцями та громадськістю та визначають відкритість як форму відданості широкій аудиторії.

2. Напрям «Демократична школа»: прихильники занепокоєні концепцією доступу до знань (цілковита відкритість вважається небезпечною). На відміну від «Державної школи», яка сприяє доступності з точки зору участі в дослідженні та її зрозумілості, прихильники «Демократичної школи» зосереджуються на головному доступі до продуктів досліджень. Це здебільшого стосується публікацій досліджень та наукових даних, а також вихідних матеріалів, цифрових зображень графічних та графічних матеріалів або мультимедійних матеріалів [182].

3. Напрям «Школа інфраструктури»: представники займаються технічною інфраструктурою, яка може забезпечити нові дослідницькі практики в Інтернеті, здебільшого програмні засоби та додатки, а також обчислювальні мережі. Тобто, інфраструктурна школа розглядає відкриту науку як технологічну проблему. Тому література з цього питання часто орієнтована на практику та залежить від конкретного випадку; він зосереджується на технологічних вимогах, що полегшують конкретні практики досліджень (наприклад, Open Science Grid) [182].

Отже, згідно досліджень Р. Вісенте-Саес (R. Vicente-Saez) та К. Мартінес-Фуентес (C. Martinez-Fuentes) [75] *відкрита наука* – це відкриті та доступні знання, які поширюються та розвиваються через спільні загальнодоступні

наукові мережі.

Узагальнюючі аналіз наукових досліджень з приводу трактування поняття «відкрита наука», вважаємо, що *хмаро орієнтована система відкритої науки* – це сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов'язаних один з одним інструментарієм адаптованим під потреби певного користувача [182].

На основі аналізу напрямів науково-педагогічних досліджень, визначення особливостей використання термінів «хмаро орієнтована методична система», «система відкритої науки» та інших і порівняння підходів до їх тлумачення, у даному дослідженні визначено наступні трактування базових термінів.

Хмарна платформа підтримування навчання та наукових досліджень [253] розглядається як набір хмаро орієнтованих інструментів для здійснення різних навчальних та дослідницьких заходів. В рамках однієї платформи може бути інтегровано багато різних інструментів, що забезпечують більше можливостей для реалізації відкритого та адаптивного навчання та досліджень.

Адаптивна хмаро орієнтована система відкритої науки – це хмаро орієнтована система (яка ґрунтується на хмарній платформі), що за своїми механізмами може автоматично налаштовуватися у відповідності до цілей і завдань організації процесу наукового співробітництва, різних індивідуальних особливостей та освітньо-наукових потреб учасників віртуального дослідницького колективу [253].

Особливої уваги заслуговують засоби формування і розвитку хмаро орієнтованих систем, до складу яких можуть входити різноманітні сервіси і їх поєднання, що виокремлені у відповідні групи. Хмарні технології, на яких будується в даному випадку процес формування хмаро орієнтованих середовищ відкритої науки, володіють такими інноваційними рисами, що відображають сутність концепції хмарних обчислень, як відкритість і гнучкість [142]. 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 [253].

Для цього потрібно створити методичну хмаро орієнтовану систему, що міститиме у своєму складі низку окремих методик використання хмаро орієнтованих компонентів навчального призначення у навчанні і підготовці педагогічних кадрів [253].

Хмаро орієнтована методична система [253] – це система методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального й наукового призначення, об'єднаних у єдине ціле на основі системоутворювальних чинників, як-от хмаро орієнтований підхід, діяльнісний підхід, передумова підвищення кваліфікації вчителів для роботи в науковому ліцеї (для вчителів, які планують працювати, й тих, що вже працюють у науковому ліцеї), а також взаємопов'язаність змістових ліній навчання в межах вибраних методик.

При цьому під терміном *відкрита наука* розглядається сукупність дій, призначених зробити наукові процеси більш прозорими, а результати більш доступними [1].

Оскільки поняття «хмаро орієнтована методична система» розкривається через термін «компетентність відкритої науки», то останній потребує додаткового уточнення.

Компетентність з відкритої науки – це здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення успішно здійснювати науково-дослідну діяльність відповідно до принципів відкритої науки.

Складники компетентності з відкритої науки можна згрупувати у чотири основні категорії [227]:

– навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

– навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення;

– навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею;

– навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Компетентність з відкритої науки вчителя – це здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення успішно здійснювати науково-дослідну та педагогічну діяльність відповідно до принципів відкритої науки.

Під *проектуванням хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів* розуміємо системний послідовний процес, що складається з етапів педагогічного проектування, яке передбачає теоретичне обґрунтування, розроблення, моделювання, реалізацію та використання цієї моделі відповідно до потреб підвищення кваліфікації вчителів [138].

Оскільки в дослідженні в першу чергу аналізується процес підвищення кваліфікації вчителів, то треба приділити увагу і освіті дорослих та андрагогіці.

Згідно дослідження Н. Г. Ничкало [265] андрагогіка є субдисципліною педагогіки, що включає теорію навчання дорослих людей та підростаючої молоді. При цьому в даний термін вкладають як навчання так і самонавчання, а також виховання. Ця наука напряму пов’язана з підвищенням кваліфікації спеціалістів будь-якого профілю (але існують спроби класифікувати андрагогіку за міждисциплінарним аналізом). Іноді термін «андрагогіка» ототожнюють з освітою дорослих.

На думку Л. Б. Лук’янової [212] одним з показників розвитку освіти дорослих виступає її законодавче підґрунтя, яке в Україні цілісно занадто слабо представлене. Станом на сьогодні існує лише проект Закону «Про освіту дорослих», що був підтриманий 9 лютого 2022 року, як зазначає Міністерство освіти і науки України. Зокрема, в даному проекті Закону передбачено нововведення з приводу визнання результатів неформальної освіти. Окреме питання стосується механізму підвищення кваліфікації, що спирається на самостійне визначення установи слухачем для підвищення професійних компетентностей. Окремої уваги потребує дослідження формальної та неформальної освіти як окремих складників освіти дорослих. Зазначається, що

в зв'язку з цим зростає попит на викладачів-андрагогів та модернізації вже існуючих курсів підвищення кваліфікації.

На думку В. Г. Кременя [197] специфіка освіти дорослих полягає в системному навчанні впродовж життя. При цьому вибір технології навчання суттєво відрізняється у дорослих та дітей: доросла людина самостійна, має життєвий досвід, готовність та мотивацію до навчання має на високому рівні та навчальна орієнтація – прагматична. В. Г. Кремінь [197] вважає, що необхідно оновлювати науково-методичне забезпечення освіти дорослих в залежності від викликів суспільства.

1.6 Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем в освіті

Незважаючи на численні педагогічні дослідження українських вчених хмаро орієнтованих систем (В. Ю. Биков, Т. А. Вакалюк, С. Г. Литвинова, Ю. Г. Носенко, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк, М. П. Шишкіна), даний напрямок залишається актуальним та досить перспективним для подальших наукових розвідок. Про це свідчать координації нових тем наукових досліджень в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні при НАПН України. Згідно досліджень О. В. Коротун, можна стверджувати що на сьогодні хмаро орієнтовані системи набувають широкого застосування в українських ЗВО (особливо коли йдеться мова про програмне забезпечення як послугу). Щоб зрозуміти сучасну популяризацію хмаро орієнтованих систем варто розглянути еволюцію їх формування в Україні. Подібне дослідження вже проводилось групою науковців О. М. Марковою, С. О. Семеріковим та А. М. Стрюком [256], проте вони розглянули передумови виникнення хмарних технологій навчання у роботах зарубіжних науковців [237].

Науковці в своїх працях (Ю. Г. Носенко, М. В. Попель та М. П. Шишкіна) аналізують генезу таких понять як «хмарні технології», «хмарні обчислення», «хмарні сервіси» в українській педагогічній науці [268], проте окремим

питанням постає поява терміну «хмаро орієнтовані системи» та їх подальшого розвитку [237]. Даний термін завдячує своїй появі таким поняттям як «хмарні технології» та «хмарні обчислення». В перших працях науковці майже не розмежовували дані терміни, часто їх ототожнюючи. Згідно проведених досліджень [268] поняття «хмарні технології» можна зустріти в роботах науковців починаючи з 2008 р. Хоча в цей час термін «хмаро орієнтована система» не використовувався і не згадувався, проте не можна стверджувати, що їх не існувало. Це пояснюється тим, що українські науковці лише починали свої перші розвідки в цьому напрямку та через брак досліджень (як теоретичних так і практичних) не мали достатньо напрацювань з даної проблематики. Вже в 2010 р. в тлумачному словнику з інформатики [311] наводиться термін «хмарні обчислення» та його види зовнішнього рішення, моделі поставлення організації даних та їх концепції. В. Ю. Биков розглядає хмарні технології використовуючи поняття «віртуальний мережний майданчик» [268].

Термін «хмаро орієнтована система» з'явився в Україні не одразу. Спочатку використовувався «хмарні системи», який за своїм значенням був досить близьким. Згідно аналізу праць, що індексуються наукометричною базою даних Google Академія, термін «хмарні системи» можна зустріти в працях науковців вже починаючи з 2011 р (наприклад, робота С. В. Федонюк «Хмарні технології» в електронному врядуванні»). Однак, вказані роботи не належать до галузі «педагогіка». При цьому окремо розглядаються хмарні платформи та хмарні системи. Означення терміну «хмарна система» автори не наводять, проте можна зустріти стислий опис трьох моделей обслуговування (SaaS, PaaS та IaaS) та чотири організаційні моделі хмарних систем. Хоча, в 2010 р. науковці О.Я. Матов та І. О. Храмова в своєму дослідженні «Проблеми використання і математичне моделювання хмарних обчислень для інтегрованої інформаційно-аналітичної системи державного управління» наводять описово поняття ХО-систем. З даного опису можна зрозуміти, що до складу такої системи автори відносять користувачів, дані та ресурси, проте головним

компонентом постають систематизовані метадані, що керують взаємодією перших трьох компонентів. Попередньо в роботі досить детально описано концепцію хмарних обчислень (ХО) [237].

Перша тема затверджена на засіданні Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні, у формулюванні якої використовувався термін «хмарні обчислення», датується 2011 р. В 2012 р. згідно протоколів засідань Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні, у формулюванні тем можна вже зустріти наступні терміни: «хмарні сервіси», «хмарнорієнтоване освітньо-наукове середовище вищого навчального закладу» та «хмарні технології». Проте перша тема, в якій можна зустріти термін «хмаро орієнтовані системи», була затверджена лише в 2013 р. [237].

О. О. Жугастров в своєму дослідженні [176] поняття «системи хмарного обчислення» частково ототожнює із системами з розподілом часу, проте відрізняються вони між собою тим, що системи хмарного обчислення базуються на суттєво нову технологічну платформу та обслуговують майже необмежений простір для користувачів. В 2012 р. проведено перший Всеукраїнський науково-методичний Інтернет-семінар «Хмарні технології в освіті», серед матеріалів якого можна зустріти використання терміну «хмарні системи». Група науковців (В. Ю. Шадхін, В. О. Компанієць, Д. Г. Дель), що взяли участь у даному Інтернет-семінарі, хоча і не подають визначення даного поняття, проте у результатах свого дослідження [327] наводять структуру хмарної системи. Згідно проведеного дослідження хмарна система складається з кількох віртуальних машин, на кожній з яких встановлена операційна система. На кожній операційній системі розміщено певну кількість додатків. В 2012 р. затверджено Положення про спільну науково-дослідну лабораторію з питань використання хмарних технологій в освіті ДВНЗ «Криворізький національний університет» та Інституту цифровізації освіти НАПН України, в якому одним із завдань зазначається: «розроблення, апробація, експериментальне впровадження та експертиза хмарних інформаційно-комунікаційних технологій

та засобів навчання» [237].

За результатами проведення в 2013 р. Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару «Хмарні технології в освіті» в 2014 р. вийшов спец випуск «Хмарні технології в освіті» журналу «Новітні комп'ютерні технології», до якого окремим розділом були включені матеріали «Хмаро орієнтовані системи підтримки навчання». Дані факти свідчать про швидкі темпи досліджень українських вчених цієї проблематики. Слід зауважити, що даний термін з'явився не одразу. Науковці використовували наступні терміни, що зараз можна вважати синонімічними: «хмарні системи», «хмарно орієнтовані системи», «хмарноорієнтовані системи», «хмароорієнтовані системи» та «хмаро орієнтовані системи». Ця неузгодженість існувала до певного часу та пов'язана з дослідження українських вчених, які спирались на іноземний досвід своїх колеги, труднощами перекладу наукових праць та адаптацією іншомовних слів, зарубіжних термінів до української науки. Термін «хмаро орієнтовані системи» був запропонований В. Ю. Биковим, як одна з альтернатив, щоб запобігти плутанини в термінології різних галузей української науки. Проте, і зараз в працях науковців можна зустріти деякі з наведених понять [237].

Для української науки питання, що стосуються Європейської хмари відкритої науки є новими та малодослідженими. Проте певні роботи вже зустрічається та науковці проявляють активний інтерес до вказаних питань. О. О. Петренко [100] досліджував зміни, що відбуваються в сервіс-орієнтованих архітектурах у зв'язку із переносом прикладних застосувань у хмарне середовище, зокрема в Європейську хмару відкритої науки.

В. Ю. Биков та М. П. Шишкіна [21] дослідили наукову та методологічну основу створення та розвитку хмаро орієнтованого середовища у контексті відкритих наукових пріоритетів та формування Європейського наукового простору (ERA). У їх роботі окреслено концептуальне та термінологічне обґрунтування хмарних обчислень, а також основні особливості такого середовища. Українськими науковцями описано основні методологічні засади

проектування та розвитку середовища, на прикладі принципів відкритої науки, відкритої освіти, а також специфічні принципи, властиві хмаро орієнтованим системам.

У листопаді 2018 року [243] Європейська комісія запустила Європейську хмару відкритої науки (EOSC) у Віденському університеті [18].

EOSC не є новою інфраструктурою чи програмним пакетом, це процес надання доступних для всіх науковців у Європі за однакових умов використання та розповсюдження даних досліджень [243]. EOSC передбачає взаємозв'язок існуючих європейських інфраструктур даних, інтеграцію хмарних сервісів та, з часом, розширення сфери послуг для залучення користувачів із різних галузей науки (технічних та гуманітарних) [18].

Забезпечуючи покращений доступ до європейських інфраструктур даних світового класу та хмарних послуг, EOSC є ключовим внеском у створення єдиного європейського цифрового ринку. З точки зору даних досліджень, EOSC може допомогти Європейській спільноті побудувати «Шенгенську зону для цифрових даних», прокладаючи курс до потенційного європейського суверенітету щодо даних досліджень, що фінансуються державою (у межах, що передбачені Єдиним цифровим ринком) [243].

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

співробітників Інституту. Це повинно було забезпечити відкритість та гнучкість процесів наукового співробітництва [213].

Якщо розглядати хмаро орієнтовані системи з точки зору відкритої науки, то далеко не всі відповідають основним принципам відкритої науки. Це мають бути хмарні сервіси, що розміщені на одній платформі та є безкоштовними, загальнодоступними у використанні і містити контент, що є відкритим для інших користувачів. При цьому попередня реєстрація в хмаро орієнтованій системі не обов'язкова. Можна дослідити окремі хмарні сервіси, що відповідають принципам відкритої науки. Але, наявні й хмаро орієнтовані системи відкритої науки [243].

Хмара даних Open Science або OSDC (www.opensciencedatacloud.org) – це наукова хмара, яку модерує Open Cloud Consortium (OCC) [243]. OCC – це некомерційна організація, яка розробляє та модерує інфраструктуру хмарних обчислень для спільноти дослідників [125].

OSDC надає інструментарій вченим для управління, аналізу, обміну та архівування їх наборів даних, навіть якщо вони занадто великі. Набори даних можуть завантажити з OSDC будь-який користувач. Невеликі процедури обчислення доступні без попередньої оплати, тому кожен дослідник може використати дані, які завантажені до OSDC [125]. Більш складні обчислення масиву даних можливі після попередньої оплати. Окрім цього, більший обсяг обчислювальних ресурсів доступний для дослідницьких проектів шляхом відбору, щоб зацікавлені виконавці проектів могли використовувати OSDC та аналізувати свої дані. Платформа потребує попередньої обробки даних, що дозволяє розробляти, перевіряти та використовувати нові типи неоднорідних наукових масивів даних [243].

Наявні сервіси OSDC можна розподілити на дві основні категорії: служби для користувачів та компоненти серверної бази, що дозволяють обчислювати дані. Користувацькі послуги OSDC включають можливість надання віртуальних машин, обміну файлами, доступу до ключової служби та загальнодоступних наборів даних. Усі послуги користувача OSDC пов'язані

між собою сервісом Tukey, розробленим для забезпечення централізованого доступу до державних та приватних хмарних служб, що базується на інтуїтивно зрозумілому веб-інтерфейсі. Tukey використовує веб-інтерфейс користувача OSDC. Tukey складається з налаштувань та сервісів, що забезпечують одночасний доступ до хмарних служб [243].

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для наукоємних даних. Проектування та впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки зумовлене метою забезпечити як високу продуктивність, так і простоту використання не лише науковими спільнотами, але й у навчанні та професійному розвитку вчителів. Результатом є низка проектів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у біологічних науках, природничих науках та цифрових гуманітарних. Існує потреба в розширенні як інфраструктури хмаро орієнтованих систем, так і сервісів, що надаються, щоб задовольнити зростаючі потреби в даних наукових досліджень (зокрема вчителів). Це розширення стане можливим, дотримуючись стратегії сталого розвитку. Крім того, стане можливим впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки на базуючись на нових технологіях, проведених уроків та нових дослідницьких проектів (з урахуванням пропозицій та зауважень педагогічних працівників) [243].

1.7 Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем навчального і наукового призначення

Ресурси та послуги, що надаються в хмарі, швидко змінилися за останнє десятиліття. Ці зміни були зумовлені розвитком промисловості та науковими дослідженнями, що спрямувало реалізацію хмарних сервісів як корисних програмних додатків [287, 332]. Проте, в структурі хмарних обчислень постійно відбуваються зміни. Тепер програмні додатки мають хмарну інфраструктуру, що складається з ресурсів від декількох постачальників. Це основна відмінність від того, як традиційно використовувались ресурси одного постачальника хмар

або центру обробки даних. Отже, виникають нові обчислювальні архітектури: мульти-хмара, мікро-хмара, спеціальна хмара та неоднорідна хмара, що демонструють тенденції зміни інфраструктури хмари [128].

1. Мультихмара [233]

Традиційним визначенням мульти-хмари є використання ресурсів з декількох центрів обробки даних провайдера. Тобто розміщені програми для використання ресурсів від декількох постачальників.

Використання мульти-хмар збільшується, але є певні проблеми, які потребують подальшого вирішення. Наприклад, API для полегшення мульти-хмарності потребують обліку різних типів ресурсів, що використовуються декількома постачальниками. Це непросто, враховуючи те, що не існує єдиних каталогів, які б повідомляли про повний набір ресурсів, доступних у хмарі. Крім того, абстракції, включаючи архітектури мережі та сховища, відрізняються між постачальниками, що призводить до розуміння мульти-хмари відповідно до окремої системи, а не використання загальної платформи чи послуги [233].

2. Мікро хмара [128]

Data-центри займають велику площу та споживають багато електроенергії для забезпечення централізованої обчислювальної інфраструктури. Це менш стійкий тренд, і пропонуються альтернативні рішення з низькою потужністю та низькими витратами. Проте, існують програми, що децентралізують обчислення, щоб локально наблизити обчислення до місцезнаходження користувача. Для цього розроблені невеликі, за розмірами, обчислювальні процесори та низькою потужністю, розташовані разом з маршрутизаторами та комутаторами або розташовані у виділених місцях, ближчих до пристроїв користувача, що називаються мікрохмарами. Однак масових публічних розгортань немає, враховуючи проблеми мережневих мікрохмарних установок на кількох сайтах [233].

Мікро хмари піддаються зменшенню затримки програм та мінімізації частоти зв’язку між пристроями користувача та центрами обробки даних.

Однак інтеграція мікро хмар у існуючу обчислювальну систему є складною задачею, і в цьому напрямку розробляються нові хмарні системи. Однією з ключових проблем є планування часу виконання програм, щоб використовувати мікро хмари разом із центром обробки даних [233].

3. Спеціальна хмара [128]

Концепція спеціальних хмар ґрунтується на передумові спеціальних обчислень, оскільки недостатньо використані ресурси, такі як сервери, що належать організаціям, можуть бути підключені для створення еластичної інфраструктури. Це основна відмінність від існуючих хмарних інфраструктур, що базуються на центрі обробки даних і в яких склад ресурсів відомий заздалегідь [233].

Однак поняття спеціальної хмари, зі збільшенням підключень великої кількості різних ресурсів з часом змінюється. Дане поняття частіше використовують в контексті мобільних пристроїв, таких як смартфони. Запасні ресурси смартфонів можуть сприяти створенню спеціальної інфраструктури, що підтримує обчислення з незначною затримкою у громадських місцях та транспортних системах. Хоча така інфраструктура не достатньо надійна, вона може використовуватися спільно з існуючими центрами обробки даних для підвищення рівня зв’язку [233].

4. Неоднорідна хмара [128]

Неоднорідність у хмарних обчисленнях можна розглядати як два напрямки. Перший включає контекст мульти-хмар, в яких платформи, які керують інфраструктурою та послугами декількох хмарних провайдерів, вважаються неоднорідною хмарою. Гетерогенність виникає при використанні гіпервізорів та програмних наборів від декількох постачальників [233].

Другий пов’язаний з низькорівневою неоднорідністю на інфраструктурному рівні, в якій різні типи процесорів поєднуються з іншими, неоднорідними обчислювальними ресурсами.

В останні роки [124] було зроблено кілька спроб інтеграції інтернету речей до веб-платформ, та пізніше, до хмарних платформ. Незважаючи на те,

що рання робота в цій галузі була в основному зосереджена на викликах технологічної інтеграції, щоб зробити її ефективною та легкою, але останні хмарні рішення сприяють широкомасштабному впровадженню та інтеграції інтернету речей, використовуючи переваги хмари в умовах продуктивності, масштабованості тощо. Зокрема, інтернет речей зможе отримати необмежені ресурси хмари, щоб компенсувати її технологічні обмеження, наприклад зберігання та обробку. З іншого боку, хмара може отримати переваги від інтернету речей, розширивши сферу застосування, щоб зробити доступні послуги реального світу на рівні хмари більш розповсюдженими. Ця інтеграція вплине на розвиток майбутніх додатків інтернету речей, де збір, обробка та передача інформації призведуть до нових вимог, такі як обробка даних в режимі реального часу [233].

Незважаючи на суттєвий розвиток хмарних обчислень, сучасні технології ще недостатньо розвинені, щоб повністю реалізувати потенціал точних обчислень. Багато ключових рішень у цій галузі ще знаходяться на початковому етапі, такі як автоматичне надання ресурсів, міжхмарні сервіси, нові хмарні сервіси на основі туманних обчислень, інтернету речей та моделювання хмар [233]. Це означає, що науковці ще мають величезний потенціал щодо значного впливу на розвиток хмарних обчислень. Наразі існує потенціал майбутніх напрямків досліджень для хмарних систем.

Загальна тенденція хмарних обчислень спрямована на використання інфраструктури від декількох постачальників та децентралізацію обчислень від ресурсів, що зараз зосереджені в центрах обробки даних. Отже, з’являються нові моделі обчислювальної техніки, що відповідають потребам ринку. Концепція інтеграції стійкості та програмного забезпечення в розподілені хмарні обчислення – ще одна нова модель обчислень. Як зміна хмарної інфраструктури, так і нова обчислювальна архітектура впливатиме на освітню галузь [233]. Вони відіграватимуть важливу роль у покращенні зв’язку між учасниками навчального процесу та пристроями для впровадження парадигми інтернету речей. Передбачається, що нові сервіси, такі як контейнери

накопичення даних, прискорення та функціонування, стануть популярними. Ряд науково-дослідних напрямків забезпечить впровадження хмарних систем нового покоління для самостійної роботи учнів та студентів.

Т. А. Вакалюк в поняття «хмаро орієнтована система» вкладає наступний зміст: «будемо розуміти таку систему, у якій виконання дидактичних цілей передбачає використання хмарних сервісів і технологій, і яка забезпечує групову співпрацю викладачів та студентів, розробку, управління, а також поширення навчальних матеріалів із наданням спільного доступу суб'єктам навчального процесу засобами хмарних технологій [146]».

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

– запропоновано модель оцінювання якості програмних засобів навчального призначення, що використовуються у закладах загальної середньої освіти;

– обґрунтовано психолого-педагогічні вимоги до засобів ІКТ навчального призначення;

– розроблено методичні рекомендації щодо добору, використання та оцінювання електронних засобів навчального призначення в загальноосвітніх навчальних закладах;

– подано пропозиції до ряду проектів нормативних документів: до проекту «Положення про електронні освітні ресурси»; до проекту «Положення про депозитарій електронних освітніх ресурсів»; рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки освітніх ресурсів та даних, фільтрації

несумісного з навчальним процесом контенту та ін.;

– визначено основні етапи розвитку, тенденції та перспективні шляхи формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, зокрема, виокремлено етапи його еволюції, такі як: розвиток комп'ютерно орієнтованого; комп'ютерно інтегрованого; а також хмаро орієнтованого (персоніфікованого) навчально-наукового середовища;

– обґрунтовано принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, що охоплюють: принципи відкритої освіти, а також специфічні принципи, характерні саме для хмаро орієнтованих систем, зокрема: адаптивності; персоніфікації постачання сервісів; уніфікації інфраструктури; повномасштабної інтерактивності; гнучкості й масштабованості; консолідації даних і ресурсів; стандартизації та сумісності; безпеки і надійності; інноваційності та ін.;

– обґрунтовано класифікацію електронних ресурсів у хмаро орієнтованому середовищі, зокрема, класифікацію електронних ресурсів навчального призначення (ЕРНП) здійснено згідно з основними типами цих ресурсів – комп'ютерних програм і електронних даних; класифікацію електронних ресурсів наукових досліджень (ЕРНД) проведено згідно з етапами організації дослідження: підготовчого; дослідницького; інтерпретації і аналізу; впровадження;

– обґрунтовано модель хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, що охоплює процеси його формування і розвитку, відображену в монографії [329];

– розроблено концепцію хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу педагогічної освіти, яку реалізовано і впроваджено в освітньо-науковому процесі 6 закладів вищої освіти (Херсонський державний університет, ДВНЗ «Криворізький національний університет», ДВНЗ «Криворізький національний педагогічний університет», Тернопільський державний педагогічний університет ім. В. Гнатюка., Житомирський державний університет ім. Івана Франка, Полтавський обласний інститут

післядипломної педагогічної освіти ім. М. В. Остроградського);

– розроблено методичні рекомендації щодо формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища у закладах педагогічної освіти, що відображено у роботі [268].

За участю виконавців проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» здійснювалися заходи щодо розвитку предмету дослідження, впровадження у педагогічну практику досягнутих теоретико-методичних напрацювань. Зокрема здійснювався проект Всеукраїнського рівня «Розумники» 2014 – 2017 рр. (Наказ МОН України від 08.05.2014 р. № 564), керівник – С. Г. Литвинова. Мета проекту полягала у створенні умов використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій і електронних освітніх ресурсів під час навчання учнів початкової школи. Інший всеукраїнський проект «Хмарні сервіси в освіті» 2014 – 2017 рр. (Наказ МОН України від 21.05.2014 р. № 629), керівник – С. Г. Литвинова. Мета цього проекту полягала в розробленні, обґрунтуванні, експериментальній перевірці моделі використання хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу.

Відкрита наука досі неоднозначно сприймається як українськими так і зарубіжними науковцями. В окремих працях відкрита наука ототожнюється з відкритим доступом до існуючих наукових публікацій; в окремих – це ототожнення з іншим форматом наукової публікації; для інших це – відкрите представлення наукових даних; чи щось на зразок відкритої експертної оцінки; а в інших дослідженнях – відкритість забезпечить участь кожного громадянина у дослідницькому процесі [82].

За останнє десятиліття відкрита наука є предметом досліджень як українських так і зарубіжних вчених. Відкрита наука сприймається як спроба підвищити довіру до результатів досліджень та відкрити доступ для всіх елементів дослідницького проекту для громадськості. Тому основними принципами відкритої науки можна вважати: відкриті дані, відкритий аналіз, відкриті матеріали, попередня реєстрація досліджень та відкритий доступ. Всі

елементи відкритої науки можна розглядати як доповнення традиційного способу досягнення відкритості в науці, який полягає в оприлюдненні результатів досліджень у наукових журналах чи наукових працях. Однак, відкрита наука в педагогіці це не лише захист від сумнівних досліджень. Впровадження принципів відкритої науки в педагогіці надає можливості [28]:

– підвищити прозорість, а отже, відтворюваність досліджень;

– вирішити проблеми людей з обмеженими можливостями навчання та труднощами у навчанні, які раніше було важко вирішити через складність методів аналізу даних.

Слід зазначити, що дані можливості не є виключно специфікою відкритої науки. Багато років тому ті ж самі вимоги пред'являлись до будь-якого наукового результату. Зрозуміло що, прозорість, доведеність і відтворюваність – це те, що відрізняє класичну науку від інших видів діяльності.

Значна кількість досліджень присвячена розвитку технологій та швидкого виконання наукових обчислень з використанням хмарних сервісів чи систем. Хмарні обчислення стали технологіями впровадження та новою моделлю. Хмарні обчислення є однією з найпопулярніших технологій, яка використовується більшістю користувачів. Хоча хмарні сервіси досить розповсюджені і широко використовується, але вони все ще перебувають у стадії розвитку і потребують певних методів для підвищення продуктивності їх роботи. Хмаро орієнтовані системи такі, як Open Science Grid та Enabling Grids for E-sciencE (EGEE) [3], створюють величезну інфраструктуру та набір основних сервісів та інструментів. Основна ціль подібних хмаро орієнтованих систем – надання ресурсів та обробка даних для використання користувачами. З іншого боку, збільшення високої продуктивності хмарних обчислень призводить до використання хмаро орієнтованої системи багатьма компаніями та організаціями. Для підвищення продуктивності хмаро орієнтованих систем використовують такі технології як Hadoop та ASTAR [3].

Уряди країн Європи підтримують ідею побудови нових дослідницьких інфраструктур, але ресурсів для обслуговування, враховуючи постійне

зростання даних що потребують у хостингу і керуванні ними не вистачає. Як інституційні, так і міжгалузеві сховища містять масиви даних та розробляють власні стратегії. Проте незгоджені зусилля часто призводять до розбіжностей між сховищами та недостатньої взаємодії між ними. Для вирішення цієї проблеми пропонується два підходи. Перший – це технічні, тобто керівні принципи FAIR (дані, які можна знайти, доступні, сумісні та багаторазові), тоді як другий підхід полягає у використанні FAIR як важливого фактору, що сприяє об'єднаній інфраструктурі.

Дані FAIR відіграють важливу роль у впровадженні принципів відкритої науки щодо вдосконалення та прискорення наукових досліджень для ширшого залучення суспільства та сприяння економічного росту. Уявити відкриту науку без даних досліджень FAIR досить складно.

Розробка та впровадження платформи відкритої науки може мати різні способи. Вже існують дві фірми – Transcriptic та Emerald Cloud Lab, які позиціонують себе в якості надання обчислювальних послуг на автоматизованій та впорядкованій відкритій науковій платформі [82].

У листопаді 2018 року Європейська комісія представила Європейську хмару відкритої науки у Віденському університеті. Європейська хмара відкритої науки (EOSC) – це не нова інфраструктура чи програмний пакет, це процес надання доступних для всіх дослідників даних досліджень у Європі за однакових умов використання та розповсюдження. В першу чергу можна отримати такий доступ та / або включити свої дані якщо науковець є виконавцем проекту, що виконується за кошти державного фінансування. В цьому разі проект спочатку реєструється в EOSC. Ініціатива має на меті впровадити в європейську культуру використання відкритих даних досліджень, які можна виявити, отримати доступ, взаємодіяти та використовувати багаторазово (FAIR), отже, дозволяючи всім європейським дослідникам здійснити шлях до науки, керованої даними.

EOSC передбачає взаємозв'язок існуючих європейських інфраструктур даних, інтеграцію хмарних рішень великої ємності та, з часом, розширення

сфери послуг для залучення користувачів з різних галузей науки. Зусилля, спрямовані на розвиток стійких спільних систем, як передбачає EOSC, докладаються, зокрема, у галузі культури даних, дослідницьких служб даних, федеральної архітектури та співфінансування [18].

Отже, згідно проведеного дослідження можна стверджувати, що спільна інфраструктура даних призведе до багаторазового використання досліджень з максимальною користю для науки та суспільства:

1) дозволить стимулювати обмін даними;

2) посилить наукову складову освітнього процесу та підготовку вчених;

3) призведе до структурування та створення мереж дослідницьких інфраструктур даних, які можна використати для постійного та надійного зберігання даних.

Окремої уваги заслуговує концепція організації глобальних навчальних аудиторій як важливого засобу інтеграції зусиль слухачів курсів підвищення кваліфікації, науковців різних країн для розв’язання актуальних проблем.

Для того, щоб краще зрозуміти принцип роботи EOSC треба хоча б тезисно розглянути крайові обчислення, оскільки вони застосовуються в EOSC. Повну архітектуру EOSC аналізувати буде зайвим. Але пояснити чому можуть бути затримки при обчисленні, чи як розподіляються великі масиви даних потрібно.

Крайові обчислення приймають децентралізовану модель, яка наближує можливості хмарних обчислень до обладнання користувача з метою зменшення затримки обчислень. На рис. 1.2 показано модель, що поєднує використання хмарних обчислень та крайових обчислень одночасно. Крайові обчислення можуть працювати як однокомп’ютерна платформа, так і спільна платформа разом з іншими компонентами, включаючи хмару [43]. Крайові обчислення необхідні, оскільки традиційні моделі хмарних обчислень не підходять для високо інтерактивних програм, що вимагають обчислювальних витрат і мають високі вимоги до якості обслуговування, включаючи низьку затримку та високу пропускну здатність. Хмарна система може розташована локально відділена від

пристроїв користувачів, що також збільшує споживання енергії. Іншими словами, хмарні сервери типово розташовані в базовій мережі, а крайові сервери їх хмари розташовані на краю мережі [43]. Іноді мінімальна наскрізна затримка для доступу до хмари перевищує 80 мс, що ускладнює та уповільнює роботу з хмарою. Крайові обчислення задовольняють вимоги 5-міліметрової додаткової мережі до мілісекунд і зменшують споживання енергії, що обумовлює до п'яти разів менші витрати енергії порівняно з доступом до хмари.

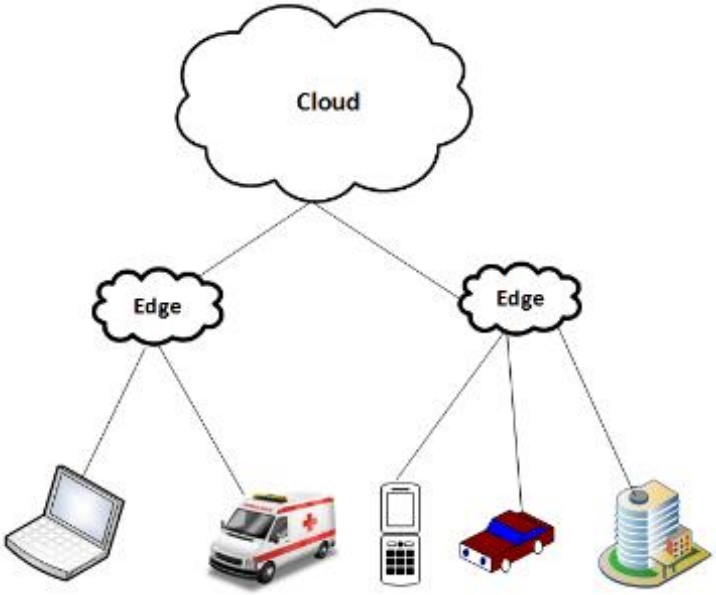


Рис. 1.2. Модель гібридного поєднання крайових та хмарних обчислень [43]

Крайові обчислення мають такі основні [43] характеристики:

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

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

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

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

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

3. Крайові сервери мають інформацію про технічні властивості мережі, зокрема технічні характеристики отримані в реальному часі (наприклад, навантаження трафіку в осередку мережі та інформацію про мережу радіодоступу) та інформацію про пристрій користувача (наприклад, розподілену пропускну здатність та місцезнаходження). Інформація дозволяє крайовим серверам адаптуватися та реагувати на умови мережі та користувацьких пристроїв, а згодом також оптимізувати використання ресурсів мережі. Це допомагає крайовим серверам обробляти величезну кількість трафіку для покращення зв'язку. Персональна інформація користувача може також використовуватися для надання конкретних послуг потокам трафіку з метою задоволення індивідуальних вимог користувачів.

Розвиток хмаро орієнтованих систем (в тому числі і відкритої науки) впливає на вибір різноманітних архітектурних підходів. У той час як раніше дані оброблялись і ставали доступними на якомусь централізованому сервері, тепер це включає лише один із декількох варіантів архітектурних підходів. Залежно від конкретного випадку використання, обчислення також можуть мати місце в [58]:

1) крайових обчисленнях (наприклад, на сенсорних пристроях);

2) туманних (наприклад, на мережевих шлюзах);

3)безпосередньо в хмарі.

Нові технології обчислення призвели до появи просторів даних різної складності, які також трапляються на різних рівнях, таких як місцевий або регіональний. Якщо більшість даних сьогодні обробляються в хмарі (80 % відповідно до нещодавнього дослідження International Data Corporation),

очікується, що швидке розповсюдження та використання інтернету речей (IoT) це призведе, до того що більшість обчислень відбуватиметься на краю мережі. Сьогодні затримка мережі створює обмеження для використання крайових та туманних обчислень, які будуть вирішені бездротовою технологією п'ятого покоління для цифрових стільникових мереж (5G). Незважаючи на різну архітектурну структуру крайових, туманних та хмарних обчислень, спільною характеристикою трьох підходів є поєднання даних та алгоритмів.

Ємність запам'ятовуючих пристроїв постійно зростала з моменту появи перших жорстких дисків (більше 60 років тому). Сучасна технологія, в даний час, обмежує ємність зберігання на жорстких дисках (для одного пристрою приблизно 10 ТБ), а технологія для підтримки жорстких дисків на 100 ТБ очікується поява до 2025 року [25]. Однак багато сучасних додатків мають справу з наборами даних, розмір яких перевищує те, що підходить для однієї машини або сервера. Більше того, ці програми потенційно вимагають різного ступеня продуктивності, доступності та відмовостійкості. Програми стають все більш розподіленими в архітектурній мережі, збираючи дані з декількох різних місць, як у сенсорних пристроях, або шляхом розподілу обчислень у різні місця, як у додатках для крайових обчислень. Щоб спростити процес доступу до даних та їх обробку, слід використовувати розподілену систему управління даними. Розподілена система управління даними [25] інтегрується в різні системи управління, керовані різними доменами, з метою створення єдиного уявлення про дані користувача через адміністративні, географічні та технологічні кордони. В цьому і полягає принцип роботи крайових обчислень.

В дослідженні [132], що датується 2020 р. інтеграція EOSC із обчислювальними сценаріями туманних технологій, крайових та Інтернету речей виокремлена як проблема, оскільки деякі IP мають розгалужені сенсорні мережі та технології, які потрібно підключити до ширшої електронної інфраструктури. Тобто станом на 2020 р. Європейська хмара відкритої науки не використовувала технології крайових обчислень.

Подальший розвиток та впровадження сучасних технологій, таких як

хмарні та крайові обчислення, великі дані, AI, IoT та Digital Twins, дадуть можливість повністю віртуалізувати загальноєвропейської платформи RI як Служб (PRIaaS), що дозволить віртуалізоване забезпечення RI на запит для конкретних наукових доменів та спільнот; найновіші технології управління даними та обробки даних дозволять повною мірою впровадити принципи FAIR та надійний обмін даними, підтримуючи весь життєвий цикл даних та ланцюжок створення вартості необхідними послугами інфраструктури. Очікується, що впровадження технологій 5G розпочне підготовчий етап на етапі EOSC-I в окремих проектах та випробувальних зразках і стане головною технологією, що сприятиме віртуалізації мережі та RI в майбутньому, поєднуючись з Virtual Private Cloud (VPC) [26] технології, що підтримуються сучасними хмарними платформами.

Висновки до розділу 1

Вивчаючи дослідження науковців, з'ясовано, що досі не існує єдиного трактування поняття хмаро орієнтована система навчального призначення. При цьому, виявлено декілька основних підходів до тлумачення досліджуваного поняття. Перший підхід базується на розумінні системи, як сукупності хмарних сервісів чи хмарних технологій. Другий підхід полягає в тому, щоб розглядати окремий хмарний сервіс, як хмаро орієнтовану систему навчального призначення. В цьому випадку до складу інструментарію хмарного сервісу мають входити такі складники, що зможуть охопити зміст, засоби, форми та методи навчання. Оскільки в своїх працях вчені по-різному трактують поняття «хмаро орієнтована система», її складники теж відрізняються в залежності від представленого означення.

Під *хмаро орієнтованою методичною системою* трактується система методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального і наукового призначення, об'єднаних у єдине ціле на основі системо утворювальних чинників, якими постають хмаро орієнтований підхід, діяльнісний підхід, передумова підвищення кваліфікації вчителів для роботи в науковому ліцеї (для вчителів, що планують працювати

та тих, що вже працюють в науковому ліцеї), а також взаємопов'язаність змістових ліній навчання в межах обраних методик.

Під *проектуванням хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів* визначається системний послідовний процес, що складається з етапів педагогічного проектування, що включає теоретичне обґрунтування, розроблення, моделювання, реалізації та використання цієї моделі відповідно до потреб підвищення кваліфікації вчителів.

Для української науки питання що стосуються Європейської хмари відкритої науки є новими та малодослідженими. Так, було досліджено наукову та методологічну основу створення та розвитку хмаро орієнтованого середовища у контексті відкритих наукових пріоритетів та формування Європейського наукового простору (ERA). У листопаді 2018 року Європейська комісія запустила Європейську хмару відкритої науки (EOSC) у Віденському університеті.

Етапи формування й розвитку хмаро орієнтованих систем є такими:

2006–2009 рр. – відкриті системи навчання;

2008–2011 рр. – хмарні обчислення, хмарні технології навчання;

2012–2014 рр. – системи хмарного обчислення, хмарні системи;

2014–2019 рр. – хмаро орієнтовані системи, хмаро орієнтовані середовища;

2020 р. – теперішній час – хмаро орієнтовані системи відкритої науки.

Вивчено стан проблеми, в результаті виявлено, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки активно використовують у вищій освіті за рубежем і починає використовувати українська спільнота. Хмарні сервіси, хмаро орієнтовані платформи та інші програмні продукти, які розробляють провідні IT-компанії, зорієнтовані на певне використання в навчальному процесі, тому їх активно впроваджують в університетах Європи та світу. Використання хмарних сервісів і хмаро орієнтованих навчальних систем, проектування та подальший розвиток хмаро орієнтованого навчального середовища є одними з ключових напрямів закладів вищої педагогічної освіти багатьох країнах світу, зокрема Великої Британії, Казахстану та Франції та інших.

Серед шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем відкритої

науки можна зазначити використання: мультихмар, мікро-хмар, спеціальних хмар, неоднорідних хмар та інтернету речей.

Проведений аналіз та оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті у вітчизняному освітньому просторі показали такі тенденції:

– окремі хмарні сервіси й системи використовують на різних рівнях освіти;

– усе частіше використовують хмарні сервіси відкритої науки, що спричиняє впровадження відкритої науки на всіх рівнях освіти;

– в освіті спостерігається залучення нелокалізованих хмарних сервісів та систем (інколи платформ), що передусім орієнтовані на інші сфери використання (науку, IT);

– використання вільнопоширюваних, але нелокалізованих хмарних сервісів або систем спричиняє потребу в розробленні нових методів, методик використання та управління освітнім середовищем установи.

Поєднання міжнародних навчальних проектів, що базуються на використанні хмарних сервісів і хмаро орієнтованих систем та досвіду європейських університетів з потенціалом досліджень українських учених, є одним із найефективніших напрямів подальшого впровадження хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем в українських педагогічних закладах вищої освіти.

Станом на 2020 р. Європейська хмара відкритої науки не використовувала технології крайових обчислень. Було з’ясовано, що дана проблема існує і зараз проводяться дослідження з усунення проблеми інтеграції EOSC із обчислювальними сценаріями туманних технологій, крайових та Інтернету речей.

Тим часом досліджень щодо впровадження цих систем в освіту вчителів було здійснено недостатньо, принаймні не було розроблено системних підходів, що супроводжувалися б відповідними методиками, моделями і їх цілісною реалізацією.

Відкрита наука, як і класична наука, передбачає використання чотирьох інструментів – там, де це можливо й доцільно. Три з них уже добре відомі й доволі поширені:

1) відкритий доступ як спосіб зробити результати досліджень доступними;

2) відкриті дані як спосіб опублікування необроблених даних;

3) відкритий код як спосіб надати доступ до дослідних зразків.

Крім того, можна стверджувати про наявність відкритої методології (як четвертого інструмента): вона означає передавання методологічних деталей проведеного дослідження та інструментів, які використовують для збирання та аналізу даних (відкриті методи і методики досліджень).

Основні результати першого розділу опубліковано у роботах [104, 117, 182, 188, 213, 217, 233 237, 241, 243, 253, 282, 284, 290, 291, 292, 293].

РОЗДІЛ 2
МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

2.1 Загальна методика дослідження

Теоретичні основи дослідження

Основна ідея дослідження полягає в тому, що цілеспрямоване, науково обґрунтоване запровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї в освітній процес є передумовою поліпшення рівня організації навчального процесу і наукових досліджень, покращення доступу до хмарних сервісів, підвищення рівня ІКТ компетентності вчителів і учнів, результатів навчання [149].

Методологічний рівень дослідження визначає превалювання компетентнісного, системного, акмеологічного, особистісного, діяльнісного підходів, їхній взаємозв’язок і взаємодію в процесі використання хмарних сервісів у підвищенні кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. Для проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї було використано: наукові підходи, вимоги цифрового суспільства до компетентностей вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, міжнародні вимоги до поширення і представлення наукових результатів у відкритому доступі.

Теоретичним рівнем дослідження є наукові концепції, ідеї та положення, що розкривають сутність підвищенні кваліфікації вчителів, а також виконання науково-дослідної діяльності із застосуванням хмарних сервісів відкритої науки. Обґрунтовано хмаро орієнтовану методичну систему підвищення

кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Результатом реалізації даної системи є покращення курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї за рахунок підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Методичний рівень дослідження розкриває сутність розвитку компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів у відповідності до хмаро орієнтованої методичної системи.

Технологічний рівень дослідження охоплює основні напрями реалізації хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, які характеризуються педагогічною доцільністю комплексом методів, форм, засобів, що забезпечують послідовну реалізацію етапів та спрямовані на отримання прогнозованого результату.

Провідну ідею виражено в *гіпотезі дослідження:* методично обґрунтоване використання окремих складників (методик) спроектованої хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї сприятиме підвищенню їх компетентності з відкритої науки, ІК-компетентності, ширшому використанню у процесі навчання хмаро орієнтованих засобів і технологій відкритої науки, модернізації освітньо-наукового середовища. [149].

Теоретичними засадами проведеного дослідження є компетентнісний підхід [149], а також концептуальні положення теорії організаційних систем відкритої освіти та Інтернет-орієнтованих науково-освітніх середовищ [48, 98].

Методика дослідження

Теоретичні методи [149]: для аналізу наукової літератури був застосований проблемно-цільовий метод та метод системно-структурного аналізу, щоб простежити розвиток педагогічної думки з досліджуваної проблеми; за допомогою системно-узагальнювального методу було зроблено висновки за результатами дослідження; методи аналізу і синтезу, абстрагування,

ідеалізації, формалізації та узагальнення були застосовані для формулювання і систематизації висновків, розроблення методичних основ і визначення шляхів подальших досліджень поставленої проблеми.

При проведенні дослідження були використані такі емпіричні методи: діагностичні (анкетування, опитування, інтерв'ю, бесіда) – для визначення показників, ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; обсерваційні (спостереження, самоспостереження), що сприятимуть вивченню стану проблеми на практиці; математична й статистична обробка отриманих даних; експериментальні (констатувальний, формувальний експерименти), які дадуть можливість: перевірити достовірність отриманих результатів; з'ясувати суть, зміст, призначення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; упровадити дану модель з метою удосконалення навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу. Основний метод дослідження – комплексний педагогічний експеримент [149].

Завдання дослідно-експериментальної роботи [149]:

– визначити основні характеристики хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– розробити та впровадити модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– здійснити підготовку викладачів та слухачів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї в професійній та навчальній діяльності шляхом проведення тренінгів, семінарів, консультацій та ін.;

– здійснювати організацію навчально-наукової діяльності слухачів і

викладачів засобами хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– проаналізувати результати використання електронних освітніх ресурсів і сервісів у хмаро орієнтованій методичній системі підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– розробити методичні рекомендації щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Терміни проведення дослідно-експериментальної роботи: 2018 р. – 2021 р.

Етапи проведення дослідно-експериментальної роботи.

Перший етап дослідження, *аналітико-констатувальний* (2018 р. – 2019 р.) [149]:

– аналіз вітчизняної і зарубіжної теорії та практики використання сучасних інформаційно-комунікаційних, хмарних технологій у навчально-виховному процесі педагогічного навчального закладу [149];

– визначення основних характеристик хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– розроблення методики проведення експерименту: укладання програми науково-дослідної та експериментальної роботи, підготовка науково-теоретичного обґрунтування проблеми дослідження, налагодження системи технічної підтримки, розробка інструментарію для опитування учасників експерименту [149];

– формування складу учасників експерименту, добір і початкова підготовка кадрів, визначення та уточнення функціональних обов’язків педагогічного колективу в системі вирішення завдань експерименту.

Другий етап дослідно-експериментальної роботи, *пошуковий* (2019 р. – 2020 р.) [149]:

– обґрунтування й розроблення моделі хмаро орієнтованої методичної

системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– підготовка викладачів та слухачів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї в професійній та навчальній діяльності шляхом проведення тренінгів, семінарів, майстер-класів, консультацій та ін.;

– визначення критеріїв результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [149];

– підготовка діагностичного інструментарію для визначення результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– організація навчально-наукової діяльності слухачів і викладачів засобами хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [149];

– діагностування результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї із застосуванням розроблених критеріїв.

Третій етап дослідно-експериментальної роботи, *узагальнювальний* (січень 2020 р. – 2021 р.):

– аналіз результатів використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї (у т.ч., електронних освітніх ресурсів, окремих хмарних сервісів) [149];

– розроблення науково-методичних рекомендацій для педагогів щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації

вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [149];

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

– кількісний та якісний аналіз результатів експерименту на основі розроблених теоретико-методологічних критеріїв та впровадження їх у педагогічну практику [149].

У дослідно-експериментальній роботі взяли участь навчальні заклади: Херсонський державний університет, Криворізький педагогічний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького та Державний університет «Житомирська політехніка» [149].

Результати дослідження відображено в дисертації, матеріалах до розділів колективних монографій [133, 233, 237, 259], методичному посібнику [153] та методичних рекомендаціях [154]. Також окреслено шляхи подальших досліджень.

В процесі проведення дослідно-експериментальної роботи автор особисто брала участь у апробації та практичному впровадженні основних положень дослідження: проведенні лекційних занять та практикумів (за окремими темами курсів підвищення кваліфікації), гостьових лекцій, семінарів, консультацій, бесід з викладачами та слухачами, що проводилися за участю автора в ході виконання науково-дослідної роботи Інституту цифровізації освіти НАПН України «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти» (ДР 0118U003161, 2018 – 2020), «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» (ДР 0121U107673, 2021 – 2023) відповідальним виконавцем яких була дисертантка та наукового дослідження «Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» (ДР 0121U108755, 2021) керівником якого була дисертантка.

Результати впроваджувались за рахунок:

– викладання дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» на базі Державного університету «Житомирська політехніка»;

– викладання дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи» у Криворізькому державному педагогічному університеті (програма підвищення кваліфікації додається, Додаток Б);

– обговорення результатів дослідження на засіданнях кафедри математики та методики її навчання фізико-математичного факультету Криворізького державного педагогічного університету, засіданнях кафедри інформатики і кібернетики факультету інформатики, математики та економіки Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького;

– публікації у збірниках наукових праць і науково-методичних виданнях результатів дослідження.

Автор під час проведення експерименту стикалась з певними труднощами:

– недостатнім рівнем готовності вчителів природничо-математичних предметів до вивчення нелокалізованих хмарних сервісів;

– технічними проблемами з використання хмарних сервісів, їх перевантаженість (коли до одного сервісу одночасно підключаються більше ніж 800 користувачів – треба попередньо зв’язуватись з технічною підтримкою та розробниками), тимчасовою відсутністю мережі Інтернет;

– відсутністю, на момент проведення педагогічного експерименту, наукових ліцеїв в Україні (або їх замала кількість, щоб скласти репрезентативну вибірку);

– для проведення курсу підвищення кваліфікації браком навчального часу (в годинах, для більш детального вивчення інструментарію EOSC).

Вірогідність результатів дисертаційної роботи забезпечується за рахунок: теоретичного обґрунтування основних положень дослідження, діагностичним інструментарієм, що відповідає вимогам надійності, валідності та умовам експерименту; опора на характеристики сучасних цифрових технологій;

застосування статистичних методів опрацювання результатів проведеного педагогічного експерименту (констатувального та формувального його етапів).

2.2 Концептуальні засади і принципи використання хмаро орієнтованих систем у педагогіці

Якість навчання багато в чому залежить від якості освіти загалом. Основна ідея може бути узагальнена наступним чином: для того, щоб виховати молоде покоління людей, щоб вони могли адекватно задовольнити запити часу, необхідно створити умови для якісної освіти [102]. Підвищення якості навчання учнів напряму залежить від професійного рівня вчителів. Поліпшення показників якості освіти може бути досягнуто за допомогою відповідних комп'ютерних технологій. В навчальному процесі на сьогодні часто використовують хмаро орієнтовані системи. Оскільки фінансування державних установ є нагальною проблемою, тому обирають, у більшості випадків, безкоштовні хмаро орієнтовані системи [229].

Хмаро орієнтовані системи вже неодноразово досліджувались вченими [102]. Зокрема, наявні методики використання як хмаро орієнтованих систем так і хмарних сервісів [298]. Однак проблема впровадження хмаро орієнтованих систем до курсів підвищення кваліфікації вчителів мало досліджена українськими вченими. Зокрема з урахуванням принципів відкритої науки [229].

Принципами формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу, на думку українських дослідників В. Ю. Бикова, А. М. Гуржія та М. П. Шишкіної [140] є частково принципи відкритої освіти [229]:

– мобільності викладачів та слухачів;

– рівного доступу до відкритих освітніх систем;

– забезпечення якісної освіти;

– формування структури та подальшої реалізації освітніх послуг.

А частково окреслено специфічні принципи [140]:

– повномасштабної інтерактивності;

– персоніфікації постачання сервісів;

– сумісності та стандартизації;

– уніфікації інфраструктури;

– адаптивності;

– масштабованості і гнучкості;

– консолідації ресурсів і даних;

– безпеки і надійності;

– інноваційності.

Хмаро орієнтовані системи виступають інструментом реалізації принципів відкритої науки в педагогічних системах [229].

Реалізація цих принципів може забезпечуватися за рахунок розв'язання в межах комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти наступних задач (ці задачі окреслила в своїх дослідженнях К. Р. Колос) [229]:

– організація управлінням навчально-пізнавального процесу підвищення кваліфікації слухачів, як під час курсів підвищення кваліфікації, так і в самостійному, дистанційному навчанні;

– виявлення та врахування при навчанні слухачів (педагогічних працівників) їх індивідуальних освітніх інтересів та соціальних потреб [229];

– охоплення всього спектру формального, неформального та дистанційного підвищення кваліфікації педагогічних кадрів;

– поширення відкритих знань, сприяння обміну прогресивним педагогічним досвідом, забезпечення доступу до відкритих хмарних ресурсів та сервісів [229].

При використанні хмаро орієнтованих систем у закладах післядипломної педагогічної освіти можна реалізувати [190]:

– публікацію інформації про результати власної діяльності слухачів у відкритому доступі [233];

– налагодження зв'язку в реальному часі через хмарні сервіси (наприклад, електронну пошту, форуми) [229];

– здійснення попередньої електронної реєстрації, а також відкритої діагностики слухачів;

– впровадження практичної реалізації окремих навчальних модулів професійного розвитку педагогічних працівників [233];

– оприлюднення електронного навчального розкладу в хмаро орієнтованих системах закладів післядипломної педагогічної освіти [229];

– накопичення професійного досвіду педагогічних працівників регіону за допомогою хмарних технологій;

– орієнтація на подальший розвиток професійної компетентності учасників навчально-виховного процесу навчальних курсів педагогічних працівників чи окремих її складників [229];

– публікація результатів прикладних наукових досліджень з навчальних проблем у відкритих електронних навчальних виданнях або безкоштовне дублювання друкованих видань в електронних версіях [233];

– розміщення у хмарних репозитаріях навчальних, психолого-педагогічних матеріалів у найбільш розповсюджених форматах [229];

– розширення доступу педагогічних працівників до навчальних матеріалів через функціонування хмаро орієнтованих гібридних бібліотек;

– підтримка навчально-пізнавальної діяльності слухачів через професійні педагогічні спільноти інструментами хмаро орієнтованих систем [233];

– реалізація комбінованого тренінгу з поєднанням дистанційної та очної форм роботи [298];

– впровадження дистанційного навчання на базі хмаро орієнтованих систем [229].

Принципи використання хмаро орієнтованих систем у закладах післядипломної педагогічної освіти [140] можна сформулювати наступним чином [233]:

1. Подальше залучення до наукової та освітньої спільноти хмаро орієнтованих засобів та хмарних сервісів у відкритому інформаційно-освітньому просторі, потужність якого останнім часом значно зростає завдяки

хмарним обчисленням [229].

2. Найактивніше залучення до навчально-виховної діяльності педагогічних університетів засобів міжнародних мережевих інформаційних систем та інфраструктур, організація на цій основі міжнародного співробітництва з метою сприяння більшої відкритості наукових досліджень (формування відкритих хмаро орієнтованих наукових систем), поглиблення відносини з виробництвом, координаційну узгодженість національних та міжнародних стратегій науково-технічного розвитку, модернізацію освітнього середовища навчальних закладів, розробку інноваційних підходів та технологій та, ширшу, інтеграцію в європейський простір науки та освіти [233].

3. Розширення співпраці між освітніми та науковими закладами; створення різних корпоративних структур (галузей закладів промислової освіти, бізнес-інкубаторів, навчально-інженерних центрів тощо), спрямованих на розробку та впровадження прогресивних ІКТ у різних галузях соціальної діяльності, зокрема в галузі освіти [229].

4. Розробка національних стандартів, які б встановлювали відповідні вимоги до якості та надійності хмарних технологій та послуг в Україні, а також узгоджували їх у відповідності до міжнародних стандартів ЄС [233].

5. Проведення систематичних досліджень, які мають обґрунтувати теоретичне впровадження інноваційних технологій в організацію відкритого науково-освітнього середовища педагогічних навчальних закладів [229].

6. Визначення пріоритетів та сучасних тенденцій досліджень у галузі ІКТ, зокрема в галузі освітніх технологій та освітнього програмного забезпечення, з метою привернути увагу суспільства, громадських організацій, громадського сектору [233].

Можна звернути увагу, що зазначені принципи багато в чому повторюють принципи відкритої науки, або ж їх реалізують. Можна помітити, що завдяки впровадженню та використанню хмаро орієнтованих систем у педагогічних системах навчання поширення наукових даних стає доступнішим та відкритим на усіх рівнях навчального процесу слухачів [233]. Публікація відкритих

досліджень призведе до більшої зацікавленості слухачів курсів підвищення кваліфікації окремими галузями науки. Використання хмарних технологій є перспективним інструментом розвитку та вдосконалення процесу навчання [229].

Принципи відкритої науки допоможуть ефективно подолати розрив між дослідниками та вчителями. Однак хмаро орієнтовані сервіси відкритої науки ще не набули широкого використання у навчанні та професійному розвитку вчителів. В основі розуміння відкритої науки закладено концепцію того, що дослідження повинно бути відтворюваним і прозорим, крім того воно має довгострокову цінність завдяки ефективному збереженню та обміну даними. Використання принципів відкритої науки може бути корисним для навчання та професійного розвитку вчителів, для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Ефективне сприйняття принципів відкритої науки через управління даними, відтворювані дослідження та залучення зацікавлених сторін до мультимедійних додатків, можливо покращить процес навчання вчителів. Однак існують технічні, соціокультурні та інституційні проблеми сприйняття відкритої науки, включаючи практичні підходи для подолання цих перешкод у програмах підготовки та курсів підвищення кваліфікації вчителів [236].

Участь вчителів та учнів в процесі наукових досліджень є важливим елементом у встановленні нових зв’язків між наукою та педагогічними працівниками. Тому, важливим є впровадження відкритої науки, що може сприяти інноваціям з урахуванням потреб педагогів, вести до взаємного навчання та розвивати наукову культуру в усьому суспільстві в цілому [236]. Зокрема, впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання і професійного розвитку вчителів призведе до підвищення рівня організації дистанційного та змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО).

В. Ю. Биков та М. П. Шишкіна в своєму дослідженні [141] обґрунтували дві категорії принципів, згідно яких відбувається формування хмаро

орієнтованого середовища: принципи відкритої освіти та специфічні принципи (характерні виключно для хмаро орієнтованих середовищ). Хоча, в даному дослідженні постає проблема обґрунтування принципів до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, однак результати українських науковців В. Ю. Бикова та М. П. Шишкіної [141] можна взяти за основу. При цьому, частина принципів трансформується в принципи відкритої науки, а частина залишиться без змін (специфічні принципи) [236].

У праці С. Г. Литвинової [205] розглянуті підходи на яких базується розвиток хмаро орієнтованого навчального середовища (як класи): загальнонаукові та специфічні. Як узагальнення проведеного дослідження С. Г. Литвинова визначає авторські принципи побудови хмаро орієнтованого навчального середовища та розкриває їх зміст [205]. У змісті принципів представлених С. Г. Литвиновою та принципів характерних для хмаро орієнтованих середовищ В. Ю. Бикова та М. П. Шишкіної [141] прослідковуються певні аналогії. Для даної роботи важливо виокремити найбільш спільні принципи у працях науковців та взяти їх за основу [236]. З дослідження С. Г. Литвинової стає зрозумілим той факт, що дослідниця пов’язує методологічні підходи та принципи розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища з основними етапами розвитку теорій: теорія розвитку навчання, теорія розвитку особистості, теорія розвитку навчального середовища та теорія розвитку хмарних обчислень [205].

Методи формування хмаро орієнтованих систем розглянула О. Д. Коротун у своєму дослідженні [191]. Щоправда, дослідниця їх називає характеристиками, згідно яких слід проводити формування та використання хмаро орієнтованих систем. Однак, визначені характеристики є певними способами цілеспрямованого формування хмаро орієнтованої системи [236].

А. М. Стрюк та М. В. Рассовицька в своїй праці [108] аналізують підходи до використання хмаро орієнтованих засобів навчання та спираючись на проведений аналіз описують структуру хмаро орієнтованих засобів навчання в освітньому середовищі ЗВО [236]. Сервісні моделі хмаро орієнтованих систем

були покладені в основу розглянутих підходів [108].

У роботі О. Г. Глазунової та М. П. Шишкіної [42] визначено принципи формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища, зокрема: принципи відкритої освіти, принципи відкритої науки та специфічні принципи (характерні для хмаро орієнтованих систем). Дані принципи описано та проаналізовано їх співвідношення. В рамках даного дослідження важливим є співвідношення принципів відкритої науки та принципів характерних для хмаро орієнтованих систем [236].

У ході дослідження науковці Р. Вісенте-Саез (R. Vicente-Saez), Р. Густафссон (R. Gustafsson) та Л. Ван ден Бранде (L. Van den Brande) [129] виявили, що відкритість у науці є багатовимірною змінною, яка варіюється щодо чотирьох вимірів або принципів: прозорість наукових результатів, доступність наукових результатів, збереження авторських прав та участь у науковому дослідженні. Кожен із принципів відкритості в науці відповідає на окреме питання стосовно відкритої науки. Нарешті, важливо зазначити, що будь-яка відкрита наукова практика охоплює чотири принципи і змінюється залежно від рівня відкритості. Ці принципи будуть покладені в основу під час формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів [236].

Аналізуючи останні дослідження та публікації можна зробити висновок, що принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки потребують окремого дослідження та визначення. Наявні наукові напрацювання є лише дотичними до даної проблематики. Окремі наукові здобутки можна взяти як основу для подальших наукових досліджень [236].

Для того, щоб обґрунтувати принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів в першу чергу слід розглянути загальні принципи відкритої науки [236].

Згідно [12] термін «відкритість» в даному контексті означає, що будь-хто може вільно отримувати доступ, використовувати, змінювати та ділитися з

будь-якою метою даними [236]. Тоді трактуючи термін «відкрита наука» трактується «виконання досліджень таким чином, щоб інші дослідники (викладачі, вчителі) могли співпрацювати один з одним та робити свій внесок, де дані досліджень, лабораторні висновки та інші дослідницькі процеси є у вільному доступі, що допоможе повторно використовувати, перерозподіляти та відтворювати дослідження та його основні дані та методи» [12].

В «Дорожній карті відкритої науки LIBER» [63] основними принципами відкритої науки, вважається відкритість, прозорість та підзвітність у всіх аспектах досліджень [236].

Відкрита наука означає кардинальну зміну процесів трансформації науки та інновацій шляхом інтеграції ІКТ у процес досліджень та розвитку Інтернет-культури відкритості та обміну [42]. Він є більш відкритим, більш глобальним і загальним, більш креативним і наближеним до суспільства. Він спирається на використання електронної інфраструктури, тобто на послуги, засновані на ІКТ, та засоби для обробки даних та досліджень у віртуальних та спільних середовищах. Тому О. Г. Глазунова та М. П. Шишкіна окреслюють наступні принципи відкритої науки [42]: принцип технологічного розвитку, принцип відкритого доступу до результатів досліджень та процесів, принцип дослідницької співпраці, що передбачає використання платформ та інфраструктур, принцип взаємодії з суспільством, принцип інноваційного характеру відкритої науки [236].

В праці [12] зазначено, що до принципів відкритої науки відносять [236]: відтворюваність; прозорість експериментальних методів, спостережень та збору даних; доступність та повторне використання наукових даних; доступ громадськості та прозорість наукової роботи спілкування; використання веб-інструментів для полегшення наукової співпраці та відтворюваності.

Науковці Р. Вісенте-Саез (R. Vicente-Saez), Р. Густафссон (R. Gustafsson) та Л. Ван ден Бранде (L. Van den Brande) [129] спроектували концептуальну модель управління відкритою наукою та інноваціями в університетах у цифровому середовищі. Модель виділяє чотири ключові принципи відкритої

науки в епоху цифрових технологій, на яких базується робота науково-дослідних груп в університетах: прозорість та доступність наукових результатів, авторизація та участь у науковому виробництві [236]. Ці принципи лежать в основі відкритого обміну даними.

Згідно проведеними дослідженнями, принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів буде розподілено як принципи відкритої науки та загальні принципи, що стосуються усіх хмаро орієнтованих систем (принципи було відібрано та уточнено авторкою) [236].

До принципів відкритої науки віднесемо [236]:

– принцип відкритості (відкриті наукові дані, відкритий доступ до наукових досліджень та їх результатів);

– принцип прозорості (способи та методи, використані в межах певного дослідження, всі проведені експериментальні дослідження та зібрані дані мають бути прозорими й зрозумілими) [236];

– принцип доступності (всі проміжні дані, наукові здобутки мають бути доступними для подальшого використання іншими науковцями, викладачами, вчителями);

– принцип співпраці з науковими товариствами (використання спільних платформ або хмарного інструментарію для досягнення спільних цілей, обміну досвідом між різними групами суспільства) [236].

Аналізуючи дослідження [141] та [42] до загальних принципів формування хмаро орієнтованих систем віднесемо (рис. 2.1) [236]:

– принцип варіативності (наявність різноманітного інструментарію, що задовільнить потреби різних спільнот користувачів із різним рівнем знань);

– принцип індивідуалізації (забезпечення особистісно-орієнтованого підходу, налаштування інтерфейсу користувача залежно від поставлених завдань) [236];

– принцип інтерактивності (забезпечення зворотного зв’язку та пристосування до пристроїв користувача);

– принцип надійності (забезпечення тривалого та стабільного постачання

ресурсів відповідно до запитів користувачів);

– принцип інтеграції (хмаро орієнтовані сервіси, що належать до хмаро орієнтованої системи, інтегруються з іншим інструментарієм; наявність подальшої інтеграції сторонніх сервісів або систем) [236].

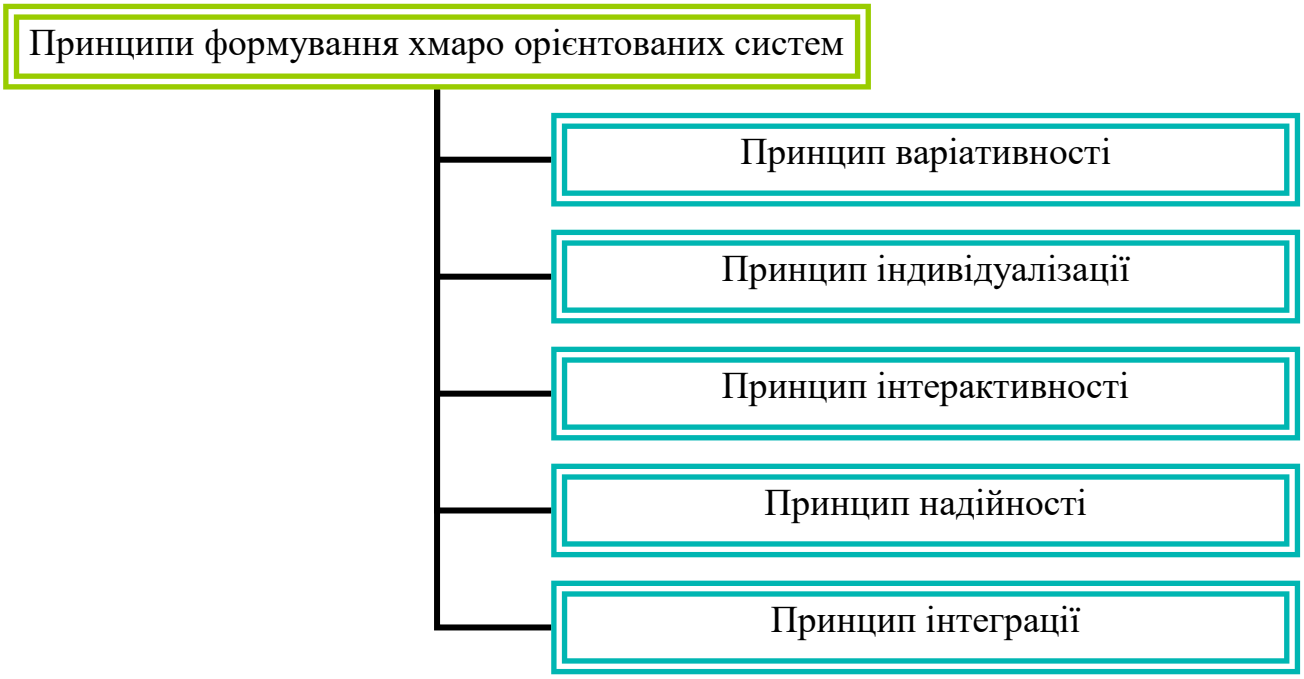


Рис. 2.1. Загальні принципи формування хмаро орієнтованих систем [236]

Враховуючи досвід С. Г. Литвинової [205] та специфіку хмаро орієнтованих систем відкритої науки формування подібних систем відбуватиметься згідно наступних підходів (виключно специфічні підходи, рис. 2.2) [236]:

– часовий підхід (передбачає прогнозування результатів навчання та професійного розвитку вчителів);

– інтеграційний підхід (методично виважене використання традиційних методів і форм навчання з комп'ютерно орієнтованими, використання результатів наукових досліджень з навчальною метою) [236];

– проектувальний підхід (прогнозування дій та організація навчального процесу в межах хмаро орієнтованої системи);

– науковий підхід (використання результатів наукових проектів і взаємозв'язок зі спільнотами науковців призведе до ширшого використання академічного

навчання) [236];

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

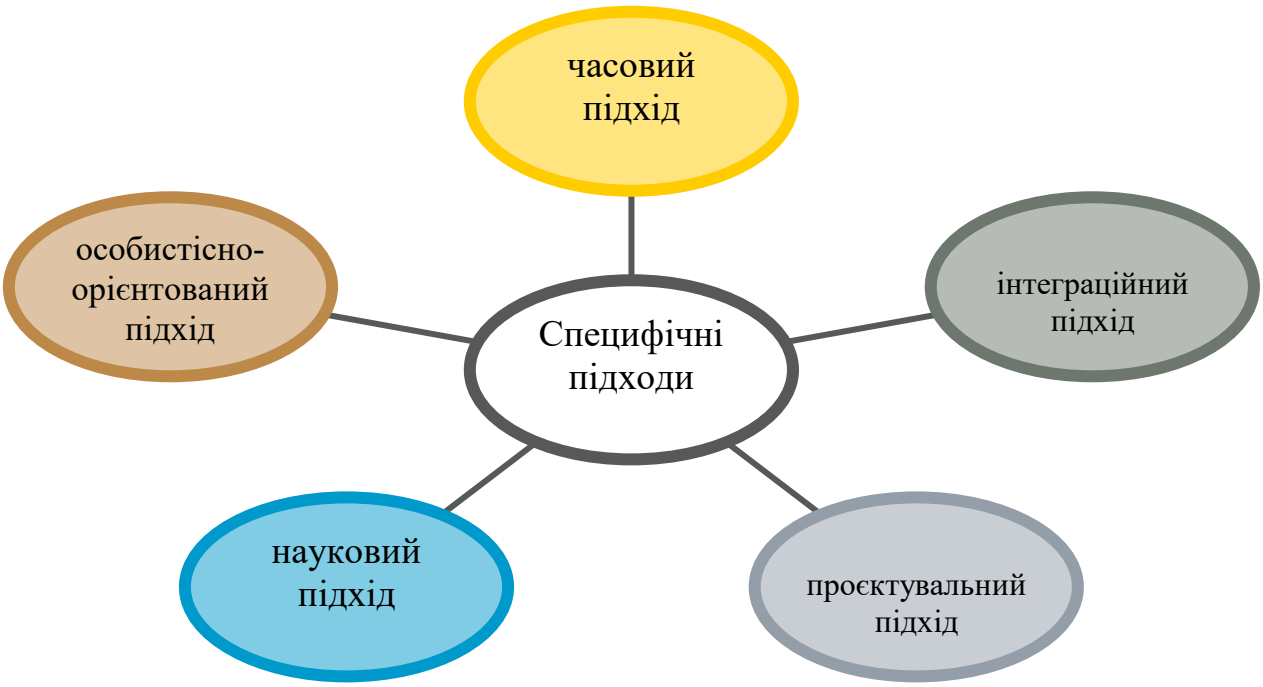


Рис. 2.2. Специфічні підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки

Вивчаючи досвід О. Д. Коротун [191] окреслимо такі методи для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів (табл. 2.1) [236]:

– метод оптимізації навчання (добір мінімального інструментарію, що забезпечить виконання поставлених завдань);

– метод використання авторських розробок (розроблення навчального матеріалу, добір різнорівневих завдань) [236];

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

– метод групових досліджень (залучення спільноти науковців та результатів їхніх досліджень у навчальний процес) [236];

– метод змішаного навчання (поєднання й комбінування різних форм

організації навчального процесу).

Таблиця 2.1

Методи для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів

Назва методу	Опис
Метод використання авторських розробок	розробка навчального матеріалу, добір різнорівневих завдань
Метод самооцінювання	учасники навчального процесу оцінюють виконання робіт один одного
Метод групових досліджень	залучення спільноти науковців та їх результатів досліджень в навчальний процес
Метод змішаного навчання	поєднання та комбінування різних форм організації навчального процесу

2.3 Передумови формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

Наукова освіта визнана європейськими політиками головним пріоритетом. Протягом останніх кількох років технологічні досягнення (наприклад, смартфони та планшети) та інноваційні програми (такі як інструменти аналізу даних, моделювання, інтерфейси доповненої реальності та віртуальної реальності) дозволили розширити та збагатити нинішні навчальні програми з наукової освіти [234]. Крім того, велика кількість ресурсів цифрової науки стала доступною у всьому світі за допомогою колекцій наукових музеїв та цифрових сховищ, таких як Музей науки Exploratorium

(www.exploratorium.edu/), Науковий музей Міннесоти (www.smm.org/) та Пошукова система навчальних матеріалів NASA (http://search.nasa.gov/search/edFilterSearch.jsp?empty=true), кожен з яких сприяє обміну та повторному використанню цифрових наукових освітніх ресурсів серед науково-освітніх громад. Ці ресурси мають потенціал для підтримки та вдосконалення технологічної освіти, що дозволить вчителям природничо-математичних предметів вдосконалювати викладання окремих предметів [234]. З іншого боку вчителі природничо-математичних предметів могли б покращити якість навчання та підтримати свою мотивацію до збагачення навчальної практики шляхом участі у спільнотах найкращих практик навчання природничо-математичних предметів, що сприяють обміну не лише цифровими освітніми ресурсами, а й також освітніми практиками, які окреслюють їх педагогічний підхід. Наприклад, вчителі природничо-математичних предметів можуть завдяки своїй участі в спільнотах викладацької практики [78]:

– шукати та використовувати провідні методики навчання предметів для спільного та повторного використання;

– обговорювати та співпрацювати щодо кращих практик викладання предметів [234];

– залишати свої відгуки про практичне використання наукової практики в процесі навчання за допомогою рейтингів та коментарів.

Як результат, існує підвищений інтерес до розробки веб-сховищ, що сприяють відкритому доступу як до освітніх ресурсів, так і до освітніх практик [78, с. 105].

Дані наукових досліджень можна використовувати як об’єкт навчання. У цифровому середовищі результати досліджень не можуть бути обмежені письмовими працями, такими як статті журналів чи монографії. Нині результати досліджень являють собою поєднання декількох галузей науки, серед яких можна знайти письмові роботи та масиви даних. Одним із складників цих публікацій є дані досліджень. За допомогою цифрових мереж можна ділитися як публікаціями, так і базовими даними, усім, хто має доступ

до них [234]. Зараз стає очевидним використання відкритих даних досліджень як основного джерела інформації щодо використання в навчальному процесі. Щоб вдало використати цю ідею в навчальному процесі, вчителі, особливо вчителі природничо-математичних предметів, мали б пройти підготовку використання кращих практик управління даними досліджень [7].

У липні 2016 року Європейська Комісія опублікувала Звіт експертної групи щодо Європейської хмари відкритої науки [35].

Європейська хмара відкритої науки (EOSC) має на меті прискорити та підтримати поточний перехід до більш ефективної, відкритої науки та відкритих інновацій на єдиному цифровому ринку [234]. Він повинен забезпечити надійний доступ до послуг, систем та повторне використання спільних наукових даних через дисциплінарні, соціальні та географічні напрями. Термін «хмара» розуміється Експертною групою високого рівня (HLEG) як метафора, яка допомагає передати як легкість доступу, так і ідею спільноти на основі наукових даних [35]. В звіті EOSC розглянута як середовище для обміну та повторного використання наукових даних, що включає існуючі та нові країни, у державах з управлінням та значною свободою щодо практичного впровадження. EOSC – це європейська інфраструктура, але вона повинна бути глобально сумісною та доступною. Вона включає необхідні людські знання, ресурси, стандарти, кращі практики, а також технічну інфраструктуру, що лежить в її основі. Важливим аспектом EOSC є систематичне та професійне управління даними та довгострокове управління активами та послугами наукових даних у Європі та в усьому світі. Однак, керування даними не є кінцевою метою, оскільки остаточним напрямком роботи EOSC є відкрита наука та інновації у Європі [234].

Основним пріоритетом для нинішніх цілей є визнання важливості розвитку навичок роботи з відкритими даними [7].

Також, у Звіті наведені дані щодо вимог до навчання. Кількість людей з цими навичками, необхідними для ефективної роботи EOSC може перевищити півмільйона протягом десятиліття [35]. Вважається, що впровадження EOSC

повинно включати інструменти, які допоможуть навчити, зберегти та визнати цей досвід, щоб підтримати 1,7 мільйона вчених та понад 70 мільйонів людей, що працюють в галузі освітніх інновацій. Від цього залежить успіх EOSC. Це значна кількість [234]. Знадобиться значний вклад в навчальні інфраструктури, щоб розробити навчальні програми, узгодити критерії успішності для вимірювання рівня фахових компетентностей підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Отже, науковий ліцей повинен бути закладом загальної середньої освіти, який пропонує всебічну підготовку, постійне та критичне оцінювання на найвищому рівні та дослідження учнівської молоді, які є передовими та ефективними [234]. Важливість досліджень в наукових ліцеях відображена в Положенні про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат. Тому, вчителі наукових ліцеїв, як правило мають виступати за [35]:

– освіту через усвідомлення меж людського розуміння;

– створення нових знань за допомогою базових досліджень, що є найвищим джерелом інновацій у суспільстві [234];

– та сприяти проведенню наукових досліджень на широкому фронті у партнерстві з промисловістю та суспільством загалом.

Навчання завдяки дослідженню є основоположною ознакою процесу навчання в науковому ліцеї [234]. Це можливо завдяки шести взаємопов’язаним напрямкам діяльності [35]:

1. Учні спілкуються з дослідниками та вивчають дослідження установи.

2. Лінія дослідницької діяльності охоплює кожен предмет.

3. Учні встановлюють зв’язки між навчальними предметами та реальними дослідженнями [234].

4. Учні пов’язують академічне навчання з навчанням на робочому місці.

5. Учні вчаться отримувати результати – оцінки, що підтверджують їх загальновизнаність в науковій спільноті;

6. Учні взаємодіють між собою, через спільну систему комунікацій та з випускниками наукових ліцеїв [234].

Тому для вчителів, зокрема природничо-математичних предметів має бути започаткована та впроваджена спеціальна підготовка до роботи в науковому ліцеї. Дану підготовку доречно організувати в рамках хмаро орієнтованої системи з урахуванням останніх тенденцій, європейського досвіду та основних принципів відкритої науки [234].

В зв'язку із появою і поширенням у сфері освіти хмаро орієнтованих сервісів, ІКТ платформ і інфраструктур, що уможливлюють колективну роботу над проектами, здійснення наукових і навчальних досліджень, підтримування процесів діяльності науковця на всіх етапах проведення дослідження, виникає необхідність методологічного та теоретичного, науково-методичного, організаційного осмислення і опрацювання шляхів запровадження цих систем у діяльність вчителя. Запровадження найсучасніших технологій саме у цю ланку освіти спрямоване на поліпшення якості підготовки педагогічних кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, що є у подальшому запорукою формування ІКТ-компетентних, висококваліфікованих, творчо і інноваційно мислячих членів інформаційного суспільства [188].

Однією з найважливіших умов ширшого використання інноваційних педагогічних технологій у навчанні і наукових дослідженнях є запровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітній процес. Згідно Закону України про повну загальну середню освіту [177] здобуття повної загальної середньої освіти забезпечують зокрема й гімназії, ліцеї та наукові ліцеї. Тому існує необхідність прикладних та фундаментальних досліджень проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання та професійного розвитку вчителів [188].

На даний момент одним із пріоритетів МОН України постає розвиток наукової освіти вчителів за рахунок використання найсучасніших цифрових технологій. Враховуючи необхідність запровадження провідних практик відкритої науки на всіх рівнях освіти, дистанційного та змішаного навчання в українську шкільну практику, для чого і необхідна підготовка вчителів, постає проблема – дослідити методологічні та теоретико-методичні засади організації

навчання вчителів з використанням цифрових технологій відкритої науки. Проте, якщо вже існує низка досліджень з проблеми використання систем відкритої науки у підготовці докторів філософії і молодих учених (особливо за період 2020 – 2021 рр.) [201], то вивчення питань методології і методичних рекомендацій з впровадження цих сервісів у підготовку педагогічних кадрів бракує. У зв'язку з цим, необхідно дослідити і провести оцінювання сучасного стану проблеми впровадження і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі, для того, щоб виявити найбільш перспективні шляхи, методи, принципи і підходи для подальшого запровадження цих інноваційних підходів в освітню практику [188].

Означення терміну «відкритий доступ» подано в Будапештській ініціативі відкритого доступу [165]. В даному документі окреслено рекомендації на найближчі 10 років з питань впровадження відкритого доступу не лише в науку та освіту, але й в політику [188].

Проблеми відкритого доступу до знань в галузі гуманітарних наук обговорювались вже давно. Про це свідчить укладання Берлінської декларації від 22 жовтня 2003 року [14]. В декларації йде мова про програмні засоби, що доступні через Інтернет та повинні бути відкритими та сумісними [188].

В Україні досягнуто значних результатів щодо дослідження теоретичних та методологічних засад моделювання та проектування інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти (В. Ю. Биков, М. І. Жалдак, А. Ф. Манако, Л. Ф. Панченко, С. О. Семеріков, О. В. Співаковський та ін.). Зокрема, в роботах В. Ю. Бикова [138] спроектовано моделі організаційних систем відкритої освіти, запропоновано моделі єдиного інформаційного освітнього простору; методичних систем електронного дистанційного навчання; моделі системи управління освітою на її різних організаційних рівнях; сучасної підвищення кваліфікації вчителів у закладах вищої педагогічної освіти та інші. Ці роботи виступатимуть методологічною базою подальших досліджень у цьому напрямі, враховуючи, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки є новим етапом розвитку відкритих освітніх систем [188].

В останні роки в Україні здійснено низку міжнародних проектів і заходів, присвячених поширенню практик відкритої науки у вітчизняному освітньо-науковому просторі. Зокрема, у 2017 – 2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проект DocHub [188]. В межах цього проекту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів [277].

У 2018 – 2020 рр. Цим проектом проводилося дослідження щодо обізнаності про Open Science в Україні. У першому етапі дослідження взяли участь 1037 респондентів з усіх областей України, серед них наукові, науково-педагогічні працівники, аспіранти, докторанти, молоді вчені [277]. Тим часом, нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо у процес підвищення кваліфікації вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім [188].

А. Г. Загородній, в липні 2020 р. в інтерв'ю газети «Світ» (№ 25-26 (1109-1110)) [169] підкреслив, що з 2021 р. розпочинається програма «Горизонт Європа» в рамках якої основним завдання постає долучення України до Європейської хмари відкритої науки (EOSC, European Open Science Cloud). А. Г. Загородній розкрив особливості даної інфраструктури та описав принципи (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Зокрема, політика FAIR складається з наступних компонентів: сервіси, дані, навички та інфраструктура [188].

Вже існують школи, де є досвід використання EOSC. Зокрема, Миколаївська ЗОШ І-ІІІ ступенів № 57 ім. Т. Г. Шевченка була включена до Центру українсько-європейського наукового співробітництва [260]. Вже наявний певний досвід вчителів ЗОШ № 57 у використанні сервісів EOSC. Зокрема, вчителі мають можливість публікувати власні статті в європейських збірках та працювати з іншими матеріалами у відкритому доступі [188].

У своєму інтерв'ю А. Г. Загородній [169] пояснює які можливості EOSC

(яку можна розглядати як хмаро орієнтовану систему відкритої науки) пропонує користувачам, це: спільне використання цифрових інфраструктур, база для обчислень надвисокого рівня, можливе використання сервісів на всіх етапах досліджень, співпраця та координація існуючих наукових здобутків провідних університетів Європи. При цьому вже наявні українські інфраструктури в подальшому будуть включені до складу EOSC. При цьому EOSC не є регулярним органом управління. Переваги впровадження EOSC в Україні А. Г. Загородній вбачає в [169]: підвищенні якості досліджень, економії коштів, боротьбі з шахрайством та підробленням результатів досліджень, прискоренням фундаментальних та прикладних досліджень, закріпленням міждисциплінарних зв'язків. А. Г. Загородній вважає [169], що потрібно запроваджувати навчальні та підготовчі курси, семінари з опанування та впровадження хмарних технологій, адже це сприятиме пришвидшення процесу використання EOSC в Україні. EOSC має невичерпні можливості не лише для науковців, але й для освіти в цілому [188].

В Україні здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітню практику. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут цифровізації освіти НАПН України, з 2012 р.), у діяльності спільних науково-дослідних лабораторій з проблем використання хмарних технологій в освіті [188] (Інститут цифровізації освіти НАПН України, Криворізький національний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Житомирський державний університет, Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди) та ін.

У 2020 році започатковано проект «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310), що здійснюється за підтримки Національного фонду досліджень України. Експериментальною базою зазначеного дослідження, що було започатковано Інститутом цифровізації освіти НАПН України, були Херсонський державний

університет, Криворізький педагогічний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького та Державний університет «Житомирська політехніка» [188].

У 2020 році у межах проекту започатковано опитування щодо обізнаності освітян з практиками відкритої науки, у якому взяли участь учителі (наукові співробітники – 1, учні та студенти – 2, управлінці інших закладів – 3, працівники упр. освіти – 7, вихователі ДНЗ – 10, інші працівники у школі – 29, викладачі ЗВО – 58, управлінці ЗО – 66, викладачі коледжів + ПТУ – 72, вчителі ЗЗСО – 395). З попередніми результатами опитування і їх аналізом можна ознайомитися у публікації [182]. У 2021 р. Опитування було продовжено серед вчителів, також були долучені інші категорії освітян – науково-педагогічні працівники, магістри педагогічних спеціальностей, які є тим контингентом, що має або матиме безпосередній вплив на освіту вчителів [188].

Було проведено другий етап опитування слухачів (вчителі математики ЗЗСО) курсів підвищення кваліфікації Криворізького державного педагогічного університету (рис. 2.3) 2020 – 2021 н.р. для з’ясування стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Опитано декілька груп осіб, що власне підтвердило існуючу тенденцію [188].

Виявилось, що більшість респондентів (16 вчителів з 19 опитаних) не були знайомі з концепцією відкритої науки, її принципами та не знають що собою представляє Європейська хмара відкритої науки (EOSC). При цьому всі респонденти відповіли, що для пошуку навчальної літератури користуються виключно відкритими електронними ресурсами (рис. 2.3). Аналізуючи отримані результати в 2020 р. [182] бачимо, що ситуація не змінилась: слухачі курсів підвищення кваліфікації (вчителі) майже не знайомі ані з відкритою наукою, ані з хмарними сервісами відкритої науки [188].

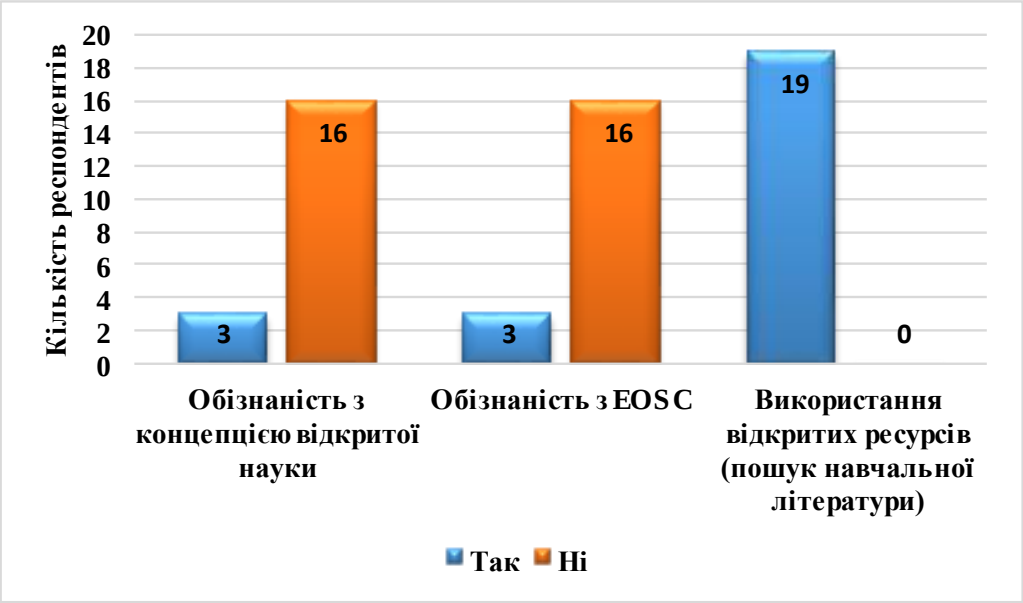


Рис. 2.3. Попередня обізнаність слухачів за тематикою відкритої науки [188].

Для порівняння було проведено опитування студентів Національного університету біоресурсів та природокористування спеціальності Інформаційно-комунікаційні технології в освіті, 011 Освітні, педагогічні науки, 01 Освіта / Педагогіка, 2020 – 2021 н.р. Дане опитування було спрямоване на підтвердження існуючої проблеми про те, що з відкритою наукою студенти також практично не стикались. Чи, можливо студентська спільнота буде більш ознайомлена з даною тематикою. Загальна кількість респондентів становить – 19 студентів (рис. 2.4, рис. 2.5). Слід зауважити, що лише 1 респондент із загальної кількості опитаних повністю розуміє що таке відкрита наука чи відкриті дані [188]. Натомість 15 студентів відповіли, що їм лише дещо відомо про дані поняття (рис. 2.4). Лише 1 респондент знає достатньо про Європейську хмару відкритої науки та може вказати конкретні типи сервісів, навести приклади використання. 6 студентів відповіли, що взагалі не знають що це таке – Європейська хмара відкритої науки (рис. 2.5).

Рис. 2.4. Обізнаність студентів з відкритою наукою чи відкритими даними [188]

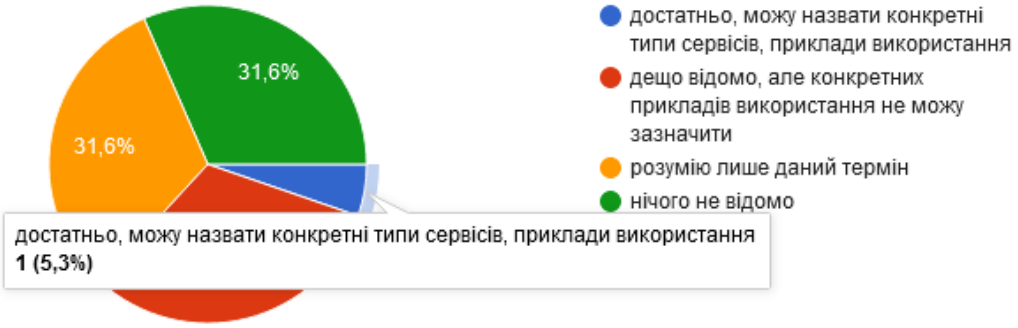


Рис. 2.5. Обізнаність студентів з Європейською хмарою відкритої науки [188]

Тобто, якщо у студентів обізнаність про відкриту науку та EOSC досить низька, то що вже можна говорити про вчителів-практиків? Можливо, проблема існує ще на етапі навчання в ЗВО. Але для того, щоб зробити вагомі висновки слід провести опитування репрезентативної вибірки вчителів усіх областей України та студентів педагогічних ЗВО [188].

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

вирішення, а саме: впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в навчальний процес ЗЗСО [188].

Долучитися до опитування, що наразі триває, можна за посиланням: https://forms.gle/SbA7aGdo7KaF8UKGA. Також в групі буде передбачено можливість ознайомлення з результатами у відкритому доступі [188].

2.4 Психолого-педагогічні особливості проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

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 [335]. Тобто під час проектування хмаро орієнтованої системи слід враховувати наявний інструментарій та специфічність хмарних сервісів, що допоможуть організувати та підтримати подібну діяльність учнів. Також, в хмаро орієнтованій системі слід передбачити використання як окремих форм роботи: групових, індивідуальних, фронтальних, так і їх поєднання. Зрозуміло, що використання подібної системи призведе до зміни мети та змісту традиційного навчання [238]. А. О. Штогун [335], 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 підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї слід враховувати, що вона має включати [238]:

1. Основу для застосувань знань з математики, комп’ютерних,

інформатичних та гуманітарних наук, техніки, сучасних інструментів для успішного проектування, розробки та обслуговування комп'ютерних систем та динамічних процесів для досягнення педагогічних завдань вчителів та навчальних для учнів.

2. Специфічний інструментарій як результат впливу технологій на суспільство, що допоможе з пошуком розв'язку сучасних, педагогічних проблем вчителів природничо-математичних предметів. Даний інструментарій має хоча б частково задовольняти потребу вчителів у навчанні протягом усього життя [238].

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 [238].

4. Забезпечення подальшого успішного шляху у розвитку педагогічної кар'єри вчителів, науково-дослідних розробках та привнесення практичної цінності наукових досліджень (як вчителів так і ліцеїстів) [238].

Протягом останніх трьох десятиліть розподілені та хмарні обчислення стали добре розвиненою сферою дослідження в галузях педагогіки та інформаційних технологій. Хмаро орієнтована система підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї може бути представлена у вигляді інтеграції теорії обчислювальних систем та інформаційні технології з дизайном, організацією навчального процесу та використанням хмарних сервісів [238]. Дана система охопить вивчення природничо-математичних предметів та використання розподілених або хмарних сервісів у інноваційних Інтернет-додатках.

Підвищення кваліфікації вчителя до роботи в науковому ліцеї має ґрунтуватися на активізації загально людських цінностей і бути спрямованою на поглиблення розуміння й трактування людського життя, забезпечення його високої якості як пріоритетного завдання всіх наукових досліджень.

Методологічною основою цифрової гуманітаристики є використання ідей,

які виникли в основному руслі технократичних наук. Цей важливий підхід для гуманітарних та комп'ютерних наук доводить створення об'єднуючих концепцій, які охоплюють біо- та техно. Цифрова гуманітарія також перетинається з дослідженнями нових медіа та інформаційних наук, теорією композиції медіа, вивченням комп'ютерних ігор. Відбувається оволодіння цифровими гуманістичними навичками у ході створення та реалізації дослідницьких проектів міждисциплінарного характеру [19].

Концептуальними засадами цифрової гуманітаристики є вивчення гуманітарних предметів з використанням цифрових технологій. Також, згідно дослідження Т. Ярошенко та С. Чуканової [338] існують два основних напрями цифрової гуманітаристики: цифрові технології допомагають в процесі вивчення гуманітарних предметів; основні принципи дії цифрових технологій з точки зору гуманітарних наук.

На думку Н. Б. Ларіної [204] до основних концептуальних положень у системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників є принцип гуманізації, спрямованості педагогічного спілкування в першу чергу на особистість учня. Ці принципи виражаються у взаємодії між учнем і вчителем та мають бути основною для проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Саме під час проходження курсів підвищення кваліфікації вчителі опановують ці принципи, опановують їх сутність взаємодії на практиці та готові для подальшого використання в ЗЗСО. До змісту курсів підвищення кваліфікації має бути обов'язково включено емоційне та ціннісне ставлення учнів до світу, оскільки завдячуючи цьому ставленню можливий подальший інтелектуальний та дослідницький розвиток особистості. Останнє є ключовим моментом для формування майбутнього науковця (ліцеїста) та розвиток його інноваційної діяльності. Зміст курсів підвищення кваліфікації має базуватись на професійній культурі, ціннісного ставлення до особистості учня та колег, професійній самосвідомості.

Згідно дослідження А. М. Зубко та І. Я. Жорової [178] гуманізація

сучасних ЗЗСО починається з гуманізації курсів підвищення кваліфікації вчителів. На думку науковців, слід уникати надмірної технологізації системи освіти усіх ланок. Впроваджуючи в освітній процес цифрові технології треба не забувати про емоційно-етичні засади. В першу чергу має переважати людиноцентрований підхід. Тоді, учні будуть відчувати, що їх досягнення є дійсно значущими для вчителя, для суспільства, що стимулюватиме дослідницьку та пізнавальну активність. Так, освіта здатна не лише розвивати духовні та професійні потреби спеціаліста, але й стимулювати та розвивати їх. Для вчителів під час проходження курсів підвищення кваліфікації головним є не лише технологічна складова, але й сам процес вдосконалення себе як фахівця, як особистості. Курси підвищення кваліфікації для вчителів природничо-математичних предметів в першу чергу мають бути зорієнтовані на особистісному та професійному розвитку в межах соціальної групи, оптимістичний погляд на людину та її майбутнє.

Тому обов'язковим буде застосування акмеологічного підходу, що визначає наступні закономірності [178]:

– одним з ключових чинників професійного становлення вчителя є його зрілість;

– процес професіоналізації та особистий розвиток залежать напряму один від одного;

– на результати професійної діяльності вчителя в першу чергу впливають особливості його особистості;

– особистість вчителя формується та розвивається в процесі професійної діяльності.

Тому при оновленні змісту курсів підвищення кваліфікації слід враховувати андрагогічні принципи навчання [178]:

– основне джерело отримання нових знань: власний досвід;

– як джерело знань постає і досвід колег з найближчого оточення;

– спільна діяльність та групова робота мають бути провідними формами діяльності;

– індивідуалізація навчання;

– практичне використання знань має переважати над їх накопиченням;

– для самоосвіти головним стимулом має виступати сам процес навчання.

2.5 Класифікація ЕОР хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

Обчислення, що традиційно використовуються для зберігання та обробки великих обсягів даних, залишаються «важкими» для використання як з точки зору програмування, так і з точки зору управління даними. Це особливо підкреслюється останніми тенденціями в сучасних дослідженнях, які стають все більш і більш керованими і пов'язані з великими обсягами даних. Останні вимагають обробки величезної кількості розподілених обчислень простим способом. Більшість поточних завдань з наукомістких даних легко можна розкласти на перелік незалежних завдань, які можуть бути оброблені паралельно (наприклад, за допомогою хмарної платформи і не потребують додаткових програмних засобів), тоді як проблема розподілених обчислень, зберігання і швидкої передачі даних залишається невирішеною.

Для того, щоб зосередити увагу на своїх дослідженнях, науковцям необхідно мати можливість виконувати аналіз та обробку даних, специфічних для програми, інтуїтивно зрозуміло. Користувачі не потребують розуміння основних програмних блоків інфраструктури хмаро орієнтованої системи, які повинні вирішувати проблеми розподілених обчислень, зберігання та взаємозв'язку. Вказані приклади, які висвітлюють ці проблеми, можна знайти в практично у всіх галузях науки, таких як біоінформатика, геологічна наука, високоякісне потокове відео та обробка в реальному часі, або проектна робота великої групи вчених, що географічно віддалені один від одного [38].

Хмарні обчислення у всіх своїх доступних моделях, таких як IaaS, PaaS і SaaS, відіграють важливу роль у цій спробі полегшити співпрацю дослідників не вдаючись у подробиці базової інфраструктури та її управління, щоб мати

можливість використовувати її для спільної обробки даних. Забезпечуючи абстракцію ресурсів і прості засоби автоматизації, сучасні хмарні платформи спрощують більшість завдань маршрутизації, таких як установка, обслуговування, резервне копіювання, безпека тощо. Таким чином, хмарні додатки стали важливим інструментом для сучасних дослідників. Більш того, сьогодні вони, як правило, є найкращім способом вирішення проблеми великих даних [38].

Для вирішення проблем, пов'язаних з дослідженнями, сучасна наука потребує підтримки з обчислювальних інфраструктур, тому багато європейських і загальнонаціональних ініціатив мають справу з розподіленими, мережневими та хмарними інфраструктурами. Одним з таких є проект Helix-Nebula, Європейська мережнева інфраструктура (EGI) [9], Європейська хмара відкритої науки (EOSC-hub). У зв'язку з високим попитом на науково-дослідні прикладні системи, подібні сервіси, пов'язані з зберіганням даних, для обробки величезної кількості даних викликають все більший інтерес з боку наукових спільнот. Очікується, що ці сервіси забезпечуватимуть як продуктивність, так і функції, що дозволяють більш гнучко і економічно ефективно використовувати такі послуги. Легкий мультиплатформовий доступ до даних, довготривале їх зберігання, підтримка продуктивності та вартості доступу до даних є елементами, які можна інтегрувати у одну систему. З метою задоволення потреб наукової спільноти щодо інфраструктури у Польщі також було розпочато кілька національних проектів. Результати сімейства проектів PL-Grid забезпечують обчислювальну інфраструктуру для проведення великомасштабних моделювань та обчислень на високопродуктивних обчислювальних кластерах, що підтримуються службами, рішеннями та середовищами, орієнтованими на домен. Інфраструктура Pionier обслуговує оптичні мережі з високою пропускною здатністю, що з'єднують головні комп'ютерні центри, що використовуються в інфраструктурі PL-Grid. Оскільки наукові дані, отримані в результаті моделювання, датчиків або приладів, які використовуються науковими додатками, мають зберігатися для подальшого

дослідження у відповідних сховищах, такі сервіси користуються великим попитом. Деякі вимоги, які висувають користувачі, стосуються аспектів якості обслуговування та його належного рівня [85].

Науковці в усьому світі все частіше використовують хмарні технології для виконання обчислювальних завдань. Хмарні ресурси можуть бути розподілені на вимогу, виконано масштабування відповідно до різних моделей використання і зниження витрат для окремих груп науковців задля підтримки власної інфраструктури.

О. О. Петренко в своєму дослідженні зазначає, що «Саме на сервіс-орієнтованому підході базується сьогоденний найбільший європейський проект зі створення Європейської відкритої науково-дослідницької хмари (European Open Science Cloud for Research, EOS), що розпочався у 2017 році і який мотивує дослідження технологій розміщення численних SOA прикладних додатків у хмарі, яка незабаром буде обслуговувати 1,7 млн. вчених і 80 млн. професіоналів з різних галузей науки і технологій [100, с. 13-14]».

Великі науково-дослідні інфраструктури планувалися в масштабах ЄС у контексті дорожньої карти ESFRI, спрямованої на забезпечення вчених відповідними інструментами для наукових досліджень. Висуваються все більших вимог до обсягів даних і обчислювальної потужності.

Проекти такі як Indigo-Datacloud, EGI, European Cloud Science, HelixNebula, розглядають впровадження хмарних сервісів для європейської академічної спільноти [6].

Indigo-DataCloud розробляє проміжне програмне забезпечення для реалізації різноманітних хмарних сервісів, починаючи від аутентифікації, робочого навантаження та управління даними і збирає каталог хмарних сервісів. Проект тільки що випустив друге програмне забезпечення, ElectricIndigo.

Проект Indigo в першу чергу спрямований на заповненні розриву між хмаророзробниками та послугами, які надають існуючі постачальники послуг у хмарі, замість того, щоб надавати власні хмарні послуги.

EGI координує об’єднану хмару, яка спочатку базувалась на OCCI і CDMI,

як інтерфейси веб-служб для доступу до ресурсів кластерів OpenNebula і OpenStack або від публічних провайдерів. Цей підхід полягає в наданні додаткового рівня абстракції над ресурсами, що надаються національними програмами з енергозбереження та залишаються окремими і незалежними один від одного.

HelixNebula досліджує, як найкраще використовувати комерційні постачальники хмарних послуг у закупівлі хмарних інфраструктур для досліджень і освіти. Цей підхід полягає у створенні приватно-державного партнерства для закупівлі гібридних хмар.

Нещодавно розпочалася третя фаза прототипу, в якій беруть участь три контрактних консорціуми. Європейська Комісія пропагує Європейську хмару відкритої науки як загальну основу для підтримки відкритої науки та досліджень, що охоплює багато питань, починаючи від технічних, доступних та управлінських, крім побудови інфраструктури. Багато з цих проектів фінансуються науковими дослідженнями, або відповідають потребам конкретних громад, наприклад надання послуги на прототипі або експериментальному рівні для обмеженої групи користувачів, з обмеженою кількістю ресурсів, як і групи в рамках ініціативи EGI Federated Cloud. Перехід від етапу прототипу до етапу виробництва, пропонуючи великі обсяги ресурсів для великої громади, є проблемою з точки зору зусиль та ресурсів. Створення добре підтримуваної і обладнаної платформи для хмарних обчислень вимагає значних інвестицій від великих комерційних постачальників хмари або від громадських організацій, які вирішують інвестувати кошти в створення реальної інфраструктури хмари для науки. Однією з можливих альтернатив централізованого підходу до великого фінансування є федеративний підхід, де інфраструктура будується знизу вгору, об’єднуючи середні / великі об’єкти у великі, для досягнення відповідного масштабу [6].

У рамках стратегії Європейського Комісії щодо створення єдиного цифрового ринку (European Commission 2015) Європейська Комісія офіційно започаткувала Європейську ініціативу відкритої науки (EOSC) у квітні

2016 року. EOSC сприяє не тільки науковому досвіду та повторному використанню даних, але й росту робочих місць та підвищенню конкурентоспроможності в Європі, а також сприяє загальноєвропейській ефективності витрат в наукових інфраструктурах шляхом заохочення до безпрецедентного масштабу.

Експерти окреслили основні принципи хмари відкритої науки [37]:

1. EOSC повинна інтегруватися з іншими електронними інфраструктурами та ініціативами у світі, впроваджуючи легку взаємопов'язану систему послуг та даних, яка дотримується федеративної моделі.

2. Термін «відкритий» стосується доступності послуг та даних відповідно до належної недискримінаційної політики («не всі дані та інструменти можуть бути відкритими», а «безкоштовні дані та послуги не існують»).

3. EOSC має включати всі наукові дисципліни.

4. Термін «хмара» не повинен стосуватися інфраструктури ІКТ, а загального доступу до даних, програмного забезпечення, стандартів, експертизи та політичних рамок, що стосуються науки та інновацій, керованої даними.

Загальне бачення більшості відповідних зацікавлених сторін для Європейської хмари відкритої науки полягає у тому, що ця хмара повинна [100]:

– бути системою сервісів, які надаються різними постачальниками;

– спиратися на існуючі електронні інфраструктури, тому зусилля розробників мають бути спрямовані на інтеграцію / сумісність хмарних сервісів;

– постійно розвиватися і інтегрувати нові сервіси та інструменти, як тільки вони стають доступними, вільнопоширюваними до використання користувачами;

– вважати потреби користувачів провідною мотивацією розвитку Європейської хмари відкритої науки.

У баченні експертів EOSC буде доступною інфраструктурою для сучасних досліджень та інновацій, що впроваджують Інтернет доступних даних та послуг взаємодії та багаторазового використання. Вона повинна ґрунтуватися на стандартах, найкращих практиках та інфраструктурах,

доповнених адекватним людським досвідом. Принципи FAIR повинні підтримуватися, а особлива увага приділяється повторному використанню відкритих і конфіденційних даних. Дані мають бути з безліччю елементів (стандарт, інструменти, протоколи), що забезпечують можливість і простоту їх повторного використання. Крім того, слід впроваджувати спеціальності з обробки наукових даних, щоб гарантувати професійне управління даними та довгострокове керування ними. В Європі, європейські науково-дослідні інфраструктури, що спеціалізуються на домені, та міжгалузеві електронні інфраструктури ІКТ, а також інші дисциплінарні та міждисциплінарні колаборації і послуги вже встановлені. Вони можуть вважатися підґрунтям для EOSC. Проте, реалізація «амбіцій збільшення безперешкодного доступу, надійного повторного використання даних та інших об'єктів цифрових досліджень, а також співпраці між різними службами та інфраструктурами» (що гарантує недискримінаційний доступ і повторне використання даних як для громадськості, так і для громадськості та приватного сектору), вимагає подальшого вдосконалення цього ландшафту з метою перетворення «постійно зростаючого обсягу даних на знання як відновлюваного, сталого підґрунтя для інновацій у свою чергу для задоволення глобальних потреб». EOSC є інструментом, визначеним Європейською Комісією для сприяння такому розвитку в напрямку реалізації так званої Відкритої науки. Ця ідея підкреслює міцний зв'язок між впровадженням ERA через Відкриту науку, Відкриту науку та EOSC. У такому контексті Експертна група високого рівня, розроблена Європейською Комісією, повідомила про перелік ключових «тенденцій» Відкритої науки, які слід враховувати в проекті EOSC. Вони охоплюють кілька аспектів, таких як нові способи наукових комунікацій (наприклад, програми, конвеєри програмного забезпечення та самі дані), нові стимули для заохочення публікації даних та обміну інструментами, сприяння формуванню спеціалістів для обробки даних, міждисциплінарну співпрацю, підтримку інноваційних МСП створення екосистеми, методології та інструментів для відтворення поточних опублікованих досліджень тощо [37].

Згідно дослідження О. О. Петренка «European Open Science Cloud (EOSC) – це міждисциплінарне середовище для наукових досліджень, інновацій і освітніх цілей [100, с. 59]».

Відповідно до першої доповіді Експертної групи високого рівня щодо Європейської хмари відкритої науки (EOSC) (Європейська Комісія 2016), призначеної Європейською Комісією, EOSC була визначена як середовище підтримки для Відкритої науки з метою «прискорити перехід до більш ефективної відкритої науки та відкритих інновацій у цифровому єдиному ринку шляхом усунення технічних, законодавчих та людських бар'єрів для повторного використання даних та інструментів досліджень, а також шляхом підтримки доступу до послуг, систем та потоку даних через дисциплінарний, соціальний та географічний характер; кордонів ». Дійсно, термін «хмара» тлумачився як «метафора, яка допомагає передати ідею бездоганності та спільності» [37].

Тепер розглянемо платформи та інструменти однієї з головних європейських електронних інфраструктур, EGI, які будуть висвітлювати, як вони можуть бути основою для реалізації відкритого наукового фонду та, потім, EOSC. EGI, розширена обчислювальна техніка для досліджень, є федеративною електронною інфраструктурою, створеною для забезпечення передових обчислювальних послуг для досліджень та інновацій. Інфраструктура EGI в основному фінансується державою і налічує понад 300 центрів обробки даних та постачальників хмари, які поширюються по всій Європі та в усьому світі. Її принципи ґрунтуються на відкритій науковій спільноті, а її місія – створення та надання відкритих рішень для наукових та дослідницьких інфраструктур шляхом об'єднання цифрових можливостей, ресурсів та досвіду між громадами та через національні кордони. Архітектура EGI організована в платформах [37]:

– Базова інфраструктурна платформа для управління розподіленою інфраструктурою;

– Платформа інфраструктури хмари для управління об’єднаною обласною інфраструктурою;

– Відкрита платформа даних, що забезпечує легкий доступ до великих і розподілених наборів даних;

– Платформа для співпраці, для обміну інформацією та координації спільноти,

– Спільні платформи, спеціалізовані сервісні портфелі, призначені для конкретних наукових спільнот.

Архітектура платформи дозволяє будь-якому типу та будь-якій кількості спільних платформ співіснувати на фізичній інфраструктурі.

EGI розпочала виробничу фазу хмарної федерації для обслуговування дослідницьких спільнот у травні 2014 року, EGI Federated Cloud (EGI 2017e). Вона інтегрує спільноту, приватні та / або громадські хмари у масштабовану обчислювальну платформу для даних та / або обчислювальних програм та служб. Його архітектура базується на концепції абстрактного середовища керування хмарами (CMF), яка підтримує набір хмарних інтерфейсів для спільнот. Кожен ресурсний центр інфраструктури керує екземпляром цього CMF відповідно до власних технологічних переваг і інтегрує його з федерацією шляхом взаємодії з базовою інфраструктурою EGI [37]. Ця інтеграція здійснюється за допомогою публічних інтерфейсів підтримуваних CMF, що дозволяє мінімізувати вплив на роботу сайту. Постачальники організовані в області, що розкривають однорідні інтерфейси та групують ресурси, призначені для обслуговування конкретних спільнот та / або платформ.

EGI Federated Cloud базується на гібридній моделі, де приватні, спільноти та публічні хмари можуть бути інтегровані і вже пропонують деякі засоби, які повинен надавати сервісний центр, наприклад, віртуалізацію та легку обмін та повторне використання інструментів.

Архітектура EGI Federated Cloud [37]: кожен ресурсний центр інфраструктури керує екземпляром CMF відповідно до власних технологічних переваг і інтегрує його з федерацією шляхом взаємодії з базовою

інфраструктурою EGI. Постачальники організовані в областях, що виставляють однорідні інтерфейси (об'єднання IaaS). Платформи спільноти можуть використовувати ресурси з одного або декількох областей за допомогою таких інтерфейсів. AppDB VMOps дає можливість автоматичного розгортання віртуальних пристроїв на всіх ресурсних центрах, що підтримують певну спільноту.

У дослідженні О. О. Петренка [100] йде мова про каталог FIWARE, як основний інструментарій створення веб-сервісів для EOSC. Деякі з сервісів, що входять до складу каталогу FIWARE можна пов'язати з доповненою реальністю [100]:

– AEON Cloud Messaging: сервіс у режимі реального часу надає хмарні сервіси (канали) для передачі необмеженої кількості сутностей, обмінюючись необмеженим обсягом інформації, а також сервіси для управління суб'єктами, що беруть участь у хмарному середовищі.

– Complex Event Processing (CEP) – Proactive Technology Online: CEP аналізує дані про події у режимі реального часу, реагуючи на ситуації, а не на окремі події. Ситуації включають композитні події (наприклад, послідовні), розподіл операторів за подіями (наприклад, агрегування) та оператори відсутності.

– Cloud Rendering: сервіс визначає загальний спосіб запитування, отримування та керування відеопотоком віддаленої 3D-програми.

У 2018 – 2019 рр. Інститут цифровізації освіти НАПН України був партнером Visegrad Fund's Strategic Grant No. 21810100 «V4+ Academic Research Consortium for integration of databases, robotics and languages technologies» [21]. Як приклад розглянемо один із сервісів, розроблених також одним із партнерів даного проекту (Óbuda University Budapest, Magyarország), що можна включити до складу платформи відкритої науки: MaxWhere. Країна розробник: Угорщина. MaxWhere поєднує в собі кілька нових технологій. Технологія когнітивної навігації (CogiNav) дозволяє користувачам плавно переміщатися по 3D-просторам, використовуючи лише ноутбук та мишу [76].

MaxWhere є платформою для управління всіма формами цифрового вмісту в 3D просторах. Основний продукт – MaxWhere, що багато в чому схожий на графічні двигуни (наприклад, Unity, Unreal), проте відрізняється від них, оскільки був оптимізований не для ігрових додатків, а в повсякденному цифровому житті та професійній галузі. MaxWhere можна застосовувати в освіті та науковій діяльності.

Maxwhere [76] містить в собі швидкі та інноваційні інтерфейси. Це надає можливість перемикати проекти та переходити в різні наукові спільноти, поширювати результати досліджень найшвидшим способом. Це поєднання з іншими додатками, що існують для організації спільної роботи групи науковців. 3D-графіка урізноманітнить роботу, не погіршуючи продуктивності. Вона також може бути використана слухачами для підвищення продуктивності та опрацюванні даних дослідження.

Технологія Browser23 представляє нову філософію веб-серфінгу: замість того, щоб користувачі розміщували обмежену кількість вкладок поруч, обмежуючи їх можливості при переході між ними та пошуку у даний час, вона дозволяє встановлювати вікна браузера в 3D-просторі, згрупованих за темами, що масштабуються за розміром та значущістю. Нещодавно розроблена технологія Ultra Sharing, яка дозволяє користувачам створювати офіси VR, що містять велику кількість документів і навіть завершувати робочі процеси проекту, та розділяти ці офіси одним клацанням миші [76]. Дослідження показують, що всі ці рішення поєднують надзвичайно ефективний спосіб візуалізації, обміну та роботи з великими обсягами інформації при збереженні низького когнітивного навантаження – величезний актив для розуміння, налаштування та керування великими мережевими цифровими системами.

В 2017 р. відбувся випуск MaxWhere як інструмента представлення 3D-слайдів в інтерактивних просторах. Це рішення являє собою суміш між PowerPoint і Prezi, розширеною за допомогою 3D-об’єктів. З технологічної точки зору, MaxWhere об’єднує 3D-простори з веб-технологіями; таким чином, багатий світ програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом (наприклад,

Node.js, NPM і Node-RED) можна направляти в програми MaxWhere.

Види діяльності, в широкому розумінні, – це окремі процеси чи процедури, що здійснюються фахівцем в ході виконання професійних робіт, з використанням потрібних ресурсів [266]. М. П. Шишкіна теж, для визначення складових хмаро орієнтованого середовища розглядає в своєму дослідженні види діяльності та розкриває сутність кожної діяльності окремо [330]. Електронні ресурси навчального призначення у складі хмаро орієнтованого середовища добираються науковцем в залежності від виду діяльності. Проте, в даному дослідженні обмежитись лише електронними ресурсами навчального призначення не можна, оскільки тоді не буде реалізована наукова складова [231]. 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 (табл. 2.2).

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 загальної середньої освіти (ЗЗСО), в 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 підвищення кваліфікації вчителів до роботи в науковому ліцеї. В 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 Проекті 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 [302]: галуззю призначення, змістовно-процесуальним застосуванням, мережною орієнтацією,

обмеженням користувацького простору, масштабом користувацької доступності, складовою в організації процесу навчання, рівнем групування. Якщо розглянути детально кожні окрему класифікацію запропоновану в [302], то можна зробити висновок, що для досягнення поставленої цілі, ЕОР хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї будуть: мережні, загальнодоступні, як персональні так і корпоративні, як навчальні так і забезпечувальні [231].

Таблиця 2.2

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	

М. П. Шишкіна як приклад наводить класифікацію електронних ресурсів навчального призначення (програми) [330], при цьому 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 [231].

А. М. Гуржій та В. В. Лапінський [162] 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 [231].

Якщо ж за основу взяти таку класифікаційну ознаку, як функціональна, то Г. М. Кравцов виокремлює наступні ЕОР [196]: 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 [231].

С. Г. Литвинова в своєму дослідженні не проводить спеціальну класифікацію ЕОР, вона скоріше перераховує їх за видами [207], які в 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 [196]: електронні

видання; електронні документи; електронні демонстраційні матеріали; інформаційно-аналітичні системи; репозитарій електронних ресурсів; електронні тести; електронні словники; електронні довідники; бібліотеки цифрових об’єктів; електронні посібники; електронні підручники; електронні методичні матеріали; дистанційні курси; віртуальні лабораторії [231].

Останній перелік основних видів ЕОР, представлений Г. М. Кравцовим можна взяти за основний, оскільки кожен складник співставляється з основним видом діяльності (табл. 2.3), що є спільним як для науковця, так і для вчителя (табл. 2.3) [231].

Таблиця 2.3

Добір основних видів ЕОР в залежності від виду діяльності [231]

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. В 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. 2.3), 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 [231].

2.6 Етапи проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

Протягом останніх років численні розробки у всьому світі сформулювали чітке та послідовне впровадження парадигми відкритої науки як рушійної сили для створення нової концепції прозорої науки, керованої даними. Проблему створення українських дослідницьких е-інфраструктур як інструменту інтеграції молодих вчених у міжнародний науковий простір досліджували С. В. Тарнавська та Х. В. Середа [309]. В рамках дослідження науковці окреслюють ряд проблем, пов'язаних з доступом молодих вчених до відкритої науки, зокрема до міжнародного наукового простору. При цьому зазначаються три основні напрями, що є основою для Європейського дослідницького простору [254].

В Європі концепція відкритої науки реалізується через Європейську хмару відкритої науки (EOSC) [254]. 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 [83].

14 березня 2018 року було прийнято Дорожню карту впровадження Європейської хмари відкритої науки [50]. В цьому документі запропонована Модель основних напрямків діяльності задля подальшого впровадження EOSC. 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 [254].

Категорії сервісів хмари відкритої науки наступні: мережа, комп'ютери,

зберігання, обмін і доступ, управління даними, обробка і аналіз, безпека і операції, навчання і підтримка [254].

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 [254].

Для того, щоб розпочати роботу з EOSC потрібна реєстрація на порталі. При цьому слід зазначити, що хоча й спеціалізованих сервісів досить мало, проте це 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 [254]. В подальшому, можна продовжити роботу з ним. Кожен сервіс додають до власного проекту, тому попередньо слід зареєструвати проект, а вже потім розпочати роботу з сервісами.

Таким чином, Європейська хмара відкритої науки (EOSC) – це платформа, яка об’єднає 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 [254]:

– 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 [254];

– інформації про зареєстровану дослідницьку інфраструктуру, про існуючі програми та проекти які вже завершені чи розробляються, з

можливістю подальшої співпраці [254].

EOSC містить в 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 в освітньому процесі наступні [254]:

– гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною для організації навчального процесу як установи так і окремих її структурних підрозділів [254];

– можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків [254];

– одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля подальшої співпраці (колаборації).

Відкрита наука – це підхід до організації досліджень, які є спільними, прозорими та доступними. Відкрита наука охоплює широкий спектр діяльності, включаючи публікацію у відкритому доступі, відкриті дані досліджень, відкриті препринти, відкриту експертну оцінку результатів та відкриту освіту. Також дотичним в даному контексті є таке поняття як наука для громадян, де кожен громадянин держави має безпосереднє відношення до участі у дослідженнях. Відкрита наука пов'язана з цілісністю досліджень і вимагає правової та етичної обізнаності з боку дослідників. Рушійною силою відкритої науки є підвищення прозорості процесу досліджень та обґрунтованості результатів, а також суспільне право власності на наукові розробки, особливо на ті, що фінансуються державою [227].

Професійний розвиток педагога, науковця необхідний для здійснення всіх етапів дослідження, що стає каталізатором для зміни культури проведення досліджень [227]. Ці зміни в мисленні та культурі, підкріплені модернізацією сектора вищої освіти, у свою чергу, мають бути підтримані університетами / науково-дослідними установами, фінансуючими установами та європейською, регіональною та національною політикою [90].

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

Компетентність відкритої науки має стати частиною освіти в наукових ліцеях з самого раннього етапу; цю компетентність потрібно формувати ще в учнів, оскільки науковці формуються з талановитих учнів.

Т. Ігнат (T. Ignat) та П. Айріс (P. Ayris) [49] в своєму дослідженні розглянули шляхи набуття та розвитку компетентності з відкритої науки: розвиток навичок роботи в команді, налагоджене керівництво, використання інструментів відкритої науки та залучення ресурсів та раціональний розподіл ресурсів (коштів, часу та хмарних сервісів) [227].

Дослідники Б. Шмідт (B. Schmidt), А. Орт (A. Orth), Г. Франк (G. Franck), І. Кучма (I. Kuchma), П. Нот (P. Knoth) та Ж. Карвальо (J. Carvalho) [111] в проекті FOSTER (в рамках якого було розроблено портал FOSTER) надають певні рекомендації з приводу набуття компетентності з відкритої науки. На думку дослідників, дана компетентність має бути інтегрована в програми аспірантури та рекомендується координувати і поєднувати її з окремими темами чи курсами академічної доброчесності. Також, на думку дослідників відкриту науку слід інтегрувати в навчальні програми окремих дисциплін [227].

Науковці Л. Федерер (L. Federer) та Дж. Цинь (J. Qin) в своєму дослідженні [36] розглядають компетентність відкритої науки бібліотекарів. Оскільки, на думку науковців саме для бібліотекарів існує менше можливостей для розвитку компетентності з відкритої науки, необхідної для підтримки науки про дані. Це потрібно, щоб краще зрозуміти, як розвивати підготовку бібліотечних працівників до здійснення послуг у нових сферах науки про дані та відкритої науки [227].

Слід враховувати, що в першу чергу компетентність відкритої науки потрібна, оскільки є необхідною, бо вчителі наукових ліцеїв зможуть бути певними, що їх вихованці набувають тих самих навичок, тому учням слід

демонструвати позитивні наслідки обміну даними та оволодівання інформацією [227].

Впровадження відкритої науки слід розглядати в широкому розумінні, і вона повинна включати науковців та взаємодію з громадянським суспільством, медіа та спеціалістами з комунікацій, включаючи видавців, медичних, юридичних, інженерних та інших фахівців. Особливу увагу потрібно приділяти розвитку та зростанню когорти спеціалістів з питань інформації (до якої можуть входити бібліотекарі, науковці з питань даних, розпорядники даних та інші). Зазначимо, що впровадження відкритої науки також потребуватиме нових спеціалістів з опрацювання даних, які будуть підтримувати дослідників, і, таким чином, це також відкриває нові можливості їх працевлаштування у закладах освіти нового типу (наприклад, наукові ліцеї) [92]. Подібні спеціалісти повинні бути адекватно підготовлені не лише для підтримки дослідників у галузі відкритої науки, але й для проведення навчання з використання Європейської хмари відкритої науки [109].

Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентності з відкритої науки. Набуття навичок та навчання, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, будуть менш ефективними, якщо вони не лежать в основі та не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та підтримуються усіма суб’єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні. На рис. 2.6 який запропоновано у міжнародному документі «Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science» представлено подібну структуру, і рекомендації укладені з урахуванням цієї структури.

Нарешті, в контексті вищезазначеної допоміжної структури, на рис. 2.7 нижче пропонується проста та практична європейська матриця компетентності

з відкритої науки для подолання прогалин та підтримки участі на всіх рівнях, що опублікована у «Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science».

Метою політики Європейського дослідницького простору (ERA) [34] є формування єдиного простору, відкритого для світу на основі внутрішнього ринку, у якому наукові знання та технології знаходяться у вільному доступі для дослідників. Поточна політика ERA зосереджена на п’яти пріоритетах, узгоджених у 2012 році [90]. Політику ERA та партнерство ERA потрібно розглядати через призму відкритої науки, а майбутні політики та рамкові програми забезпечуватимуть сумісність між ERA та відкритою наукою. Основна увага приділяється пріоритету 3, який стосується політики щодо дослідників. Основною політикою, що існує на даний час, є Хартія та Кодекс для дослідників, який являє собою набір з 41 загальних принципів та вимог, що визначає ролі, обов’язки та права дослідників, а також роботодавців та / або тих, хто фінансує дослідників. Кодекс поведінки щодо набору наукових співробітників складається конкретно з принципів та вимог, яких повинні дотримуватись роботодавці та / або спонсори при призначенні чи наборі наукових працівників. Хартія та Кодекс були розроблені в 2005 році, і, хоча в ньому немає явних посилань на відкриту науку, в ньому, безумовно, не має нічого, що заважає відкритій науці. Навпаки, у розділі 4 видно, що існує високий ступінь сумісності з ідеями відкритої науки. Існує ряд політик, розроблених на основі Хартії та Кодексу. Наприклад, Європейська система дослідницької кар’єри (EFRC). EFRC було розширено для виявлення компетентності з відкритої науки.

Існує реальна можливість сформувати (чи підвищити) компетентність відкритої науки вчителів під час курсів підвищення кваліфікації. Зрозуміло, що існують складники компетентності з відкритої науки, що виходять за межі дисциплін, які можуть бути актуальними для вчителів. В будь-якому випадку важливо, щоб вони були розроблені, акредитовані та, визнані таким чином, щоб відповідати інституційній та національній практиці [29].

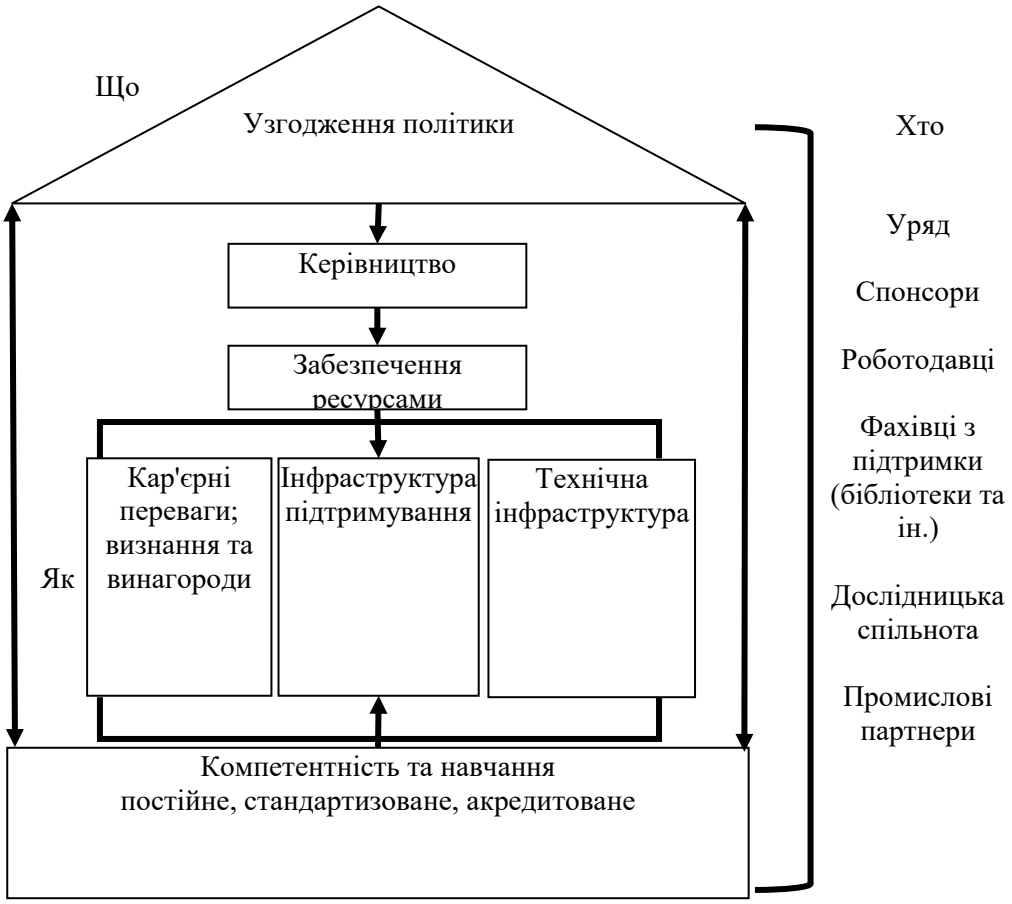


Рис. 2.6. Залучення дослідників на всіх рівнях: допоміжна структура [90]

Рис. 2.7. Європейська матриця компетентності з відкритої науки [90]

Це, стосується в першу чергу університетів та інститутів що проводять

курси підвищення кваліфікації вчителів. Однак слід враховувати різноманітність дистанційних курсів підвищення кваліфікації, що пропонують не лише інститути післядипломної педагогічної освіти та педагогічні університети. Інноваційні принципи докторської підготовки, розроблені на основі Зальцбурзьких принципів, повинні бути переглянуті в рамках концепції відкритої науки, їх слід адаптувати та переписати, щоб зосередити увагу на відкритій науці наступним чином [90, с. 26]:

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

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

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

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

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

6. Формування компетентності з відкритої науки – включає навчання принципів відкритої науки (включаючи управління даними, цілісність досліджень та спільну наукову платформу)

7. Забезпечення якості – це гарантує визнання відкритої науки як частини прогресу до підвищення кваліфікації вчителя.

Згідно національного плану щодо відкритої науки затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 2022 р. № 892-р, 6 завдання сформульовано наступним чином [304, с. 8]: «Підвищення рівня поінформованості та формування компетентності з питань відкритої науки». Рішенням до вирішення даного завдання (серед описаних заходів) постає оновлення (чи розробка) курсів підвищення кваліфікації (в тому числі і

дистанційних) з метою підвищення компетентності з відкритої науки. При цьому, до змісту курсів підвищення кваліфікації пропонується включити принципи відкритої науки. Четверте завдання національного плану щодо відкритої науки є [304, с. 6]: «Популяризація науки, поширення наукових знань та залучення громадян до участі в науковій та науково-технічній діяльності». А заходи, які заплановані для реалізації даного завдання полягають в тому, щоб проінформувати населення про можливість використання наукових здобутків у повсякденному житті та у професійній діяльності. Специфіка наукового ліцею полягає в тому, щоб підготувати науковця при цьому залучаючи учнів до науково-дослідної роботи ще на етапі навчання. Тому вчителі наукових ліцеїв також мають бути науково-педагогічними працівниками, проводити дослідження та заохочувати ліцеїстів до проведення власних наукових розвідок. Полягає потреба в оновленні курсів підвищення кваліфікації вчителів, щоб вчителі, які планують в майбутньому працювати в науковому ліцеї володіли необхідними знаннями про наукове дослідження, його етапи та могли залучити до наукової роботи учнів. Найближчі роки відкрита наука активно впроваджуватиметься у всі ланки освіти та науки України [304]. Курси підвищення кваліфікації для вчителів природничо-математичних предметів з науковою складовою допоможуть вчителю ЗЗСО в подальшому змінити місце роботи на науковий ліцей. А принципи відкритої науки, їх розуміння та використання вчителем в науковому ліцеї дозволить впроваджувати відкриту науку в межах закладу освіти. Таким чином, ліцеїсти, майбутні науковці, будуть розуміти принципи відкритої науки та підчас навчання в науковому ліцеї розпочнеться формування компетентності з відкритої науки в учнів.

Таким чином, інноваційні принципи відкритої науки повинні бути включені у розроблені авторські курси підвищення кваліфікації вчителів так само, як Європейська університетська асоціація інтегрувала Зальцбурзькі принципи у відкриту науку [90].

Відповідно до Європейського моніторингу складники компетентності з відкритої науки [96] можна згрупувати у чотири основні категорії, тобто [227]:

– навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

– навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення;

– навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею;

– навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Слід підкреслити, що не можна очікувати, що вчителі будуть повноправними експертами з усіх цих питань, особливо тих, що стосуються публікацій із відкритим доступом та відкритих даних. Дослідникам усіх рівнів потрібна необхідна компетентність, достатня для того, щоб вони могли дотримуватись принципів відкритої науки, припускаючи, що існує фізична інфраструктура для зберігання та управлінням публікацій та даних. З цієї причини вкрай важливо використання Європейської хмари відкритої науки. Для цього також знадобиться відповідний допоміжний персонал, який проводить детальну експертизу з управління даними та програмним забезпеченням. Більше того, установи повинні мати штатний персонал, який має необхідний досвід навчання викладачів та вчителів використовувати хмарні сервіси відкритої науки [90].

Важливо розуміти, що на різних етапах кар’єри потрібні різні типи навичок відкритої науки. Більше того, це повинно бути підкріплене національною політикою, а потім реалізовуватись за рахунок фінансування досліджень та виконавців досліджень [90].

Існує велика активність з приводу формування компетентності з відкритої науки, і багато спільних елементів та взаємодоповнення існують в рамках наданих знань, наприклад, в галузі інформаційної грамотності, дослідницької етики, цілісності досліджень, наукового спілкування та управління даними. Ця компетентність зазвичай надається як частина професійних компетентностей, наприклад, в програмах підготовки докторів філософії, магістрів. Це, в свою чергу, повинно призвести до ситуації, коли буде імплементована Європейська

матриця кваліфікацій для відкритої науки 90. Така структура перетворила б нинішню на високо інтегровану розробку відкритої науки для дослідників. Слід визнати, що можуть існувати альтернативи офіційному навчанню, а вчителі та викладачі також можуть набувати навичок у галузі відкритої науки завдяки проведенню та організації досліджень слухачів чи учнів. Вони також повинні бути визнані частиною процесу формування компетентності з відкритої науки.

Всі ці навички потрібні не лише науковцям, але й вчителю наукового ліцею.

Категорії компетентності з відкритої науки [90].

1. Компетентності щодо публікації у відкритому доступі.

Бібліотечні та дослідницькі інформаційні навички (технічна / бібліотечна підтримка досліджень). Вони стосуються інтенсивного розвитку навичок фахівців академічних та науково-дослідницьких бібліотек та інформаційного професійного персоналу, що охоплює наукову підтримку, розробку та управління інформаційними системами досліджень та (в ідеалі інтегровані) інституційні сховища для окремих дисциплін, а також специфічні методи ІКТ-підтримування досліджень, нові стратегії відкритої публікації з точки зору відносин з видавцями, нові моделі фінансування та відповідні зміни в режимах публікацій. Вони охоплюють ліцензування та поради щодо авторських прав, бібліометрію та звітність про практичний вплив досліджень. Деякі з цих функцій можуть виконувати науково-дослідні працівники [227].

Навички грамотності щодо відкритих публікацій (на рівні користувача). Це навички, якими мають володіти дослідники, щоб зробити правильний вибір, де і як опублікувати свої результати, як і що робити для архівації та як передавати свої дослідження для наукового та суспільного використання [227].

2. Компетентності управлінням даними та відкритими даними

Технічні навички. Навички роботи з інформацією пов’язані зі збиранням відповідних наукових даних, їх анотацією та документацією, створенням метаданих, використанням таксономій та онтологій, картографуванням даних, як обробляти великі масиви даних, як правильно виконувати пошук даних,

знання про існуючі сховища та як їх використовувати. Однак, слід розрізняти дослідників та технічних працівників, які є «ядром» інженерії даних, які зазвичай мають підготовку в галузі IT, математики, статистики чи інженерії, та дослідників з інших галузей, які вважають такі технічні навички, як управління даними, доповнення до основної галузі досліджень [227]. Для останнього достатньо грамотності наукових даних на рівні користувача, тоді як перша категорія – це технічні інновації для управління даними та відкритими даними (включаючи розробку стандартів та сумісності) та підтримка дослідників у розробці та технічній конфігурації дослідницьких платформ або баз даних. Технічні навички є певною мірою загальними, але в основному вони стосуються дисципліни. Тим не менше, взаємодія між дисциплінами що стосуються баз даних та методологією управління даними може створювати потенціал для виникнення нових міждисциплінарних досліджень та методологій дослідження. Проект EDISON містить опис кваліфікації, навичок, компетенцій та навчання, необхідних для фахівців з обробки даних [31].

З наведених вище навичок у галузі інформаційних технологій, інженерія даних, аналітика даних та навички використання Big Data є в центрі уваги багатьох нових навчальних програм закладів вищої освіти (ЗВО) [227].

3. Компетентності проведення професійних досліджень

Навички управління дослідженнями. Зокрема, керівництво, управління потрібні для створення позитивного та відкритого робочого середовища. Потрібно розробити рамки організації професійної співпраці між науковими колами та промисловістю чи іншими секторами, щоб забезпечити відкритість науки [90]. Знання про інтелектуальну власність та підприємництво є особливо важливими для потенційних інноваторів [227]. Дослідники повинні бути підприємливими, знати, як отримати фінансування, як збалансувати потенційні конфлікти між розробками відкритої науки та законними інтересами щодо інтелектуальної власності, що вимагає комунікативних та лідерських навичок, окрім лише юридичних навичок.

Юридичні навички. Дослідники часто не знають про весь спектр

правових аспектів, пов'язаних з інтелектуальною власністю та авторським правом, а також про використання даних та інформації. Вимоги щодо захисту даних можуть суперечити відкритій науці, і можуть бути певні юридичні аспекти, що стосуються конкретних дисциплін [227]. Існуюча політика щодо дослідницьких даних часто суперечлива, залежно від того, чи переважає потенційний інтерес щодо захисту прав інтелектуальної власності.

Дослідження цілісності досліджень та навички етики. Відкрита наука робить виклик цілісності досліджень, про який дослідники не обов'язково знають. Дослідники на всіх етапах кар'єри мають бути поінформовані про важливість правильного цитування та належного розподілу досліджень, обробки конфіденційних даних (наприклад, інформації про пацієнта), у сукупності до всіх аспектів, що відповідають професійній поведінці в дослідженнях [227]. Важливо вирішувати ці питання розсудливо, забезпечуючи довіру. Більшість випадків порушення доброчесності досліджень – це випадки недостатності уваги, а не вигадування, фальсифікації чи шахрайства. Потрібно чітко розмежувати відповідні заходи між ними. Для цього потрібні етичні навички та культурні, а також регулятивні аспекти опрацювання даних, окрім лише технічних аспектів. Крім того, хоча пропонуються курси з усіх аспектів цілісності досліджень, слід також зосередити увагу на відкритій науці через сценарії, тематичні дослідження та активне та незалежне навчання [90].

4. Компетентності суспільної науки

Компетентності суспільної науки – відносно нове поняття. Щоб забезпечити наукову практику для представників громадськості, вони стосуються дослідників, які вчаться взаємодіяти з громадянами, зокрема, як спілкуватись із зацікавленими сторонами, крім дослідників чи академічної наукової спільноти, з огляду на ширшу участь громадян та розповсюдження результатів досліджень [227]. У медичному секторі ця тенденція, мабуть, найбільш яскраво виявилася завдяки залученню пацієнтів. Ці навички охоплюють: здатність адекватно залучати громадян до процесів проектування та розробки досліджень, коли це доречно, здатність залучати громадян до

збирання та аналізу даних досліджень, наприклад, через наукові платформи про громадянина, такі як Socientize та ін., і, нарешті, здатність спілкуватися, а також пояснювати та обговорювати результати досліджень із широкою громадськістю, щоб розвивати інтерес до науки та досліджень, будувати відносини довіри з суспільством та дозволяти громадянам отримувати знання та навички, які дозволять їм дискутувати з науковцями та політиками щодо наукових питань та потенційних пріоритетів більш усвідомлено. Прикладами можуть бути відвідування дослідних установ у школах, наукові тижні або фестивалі, такі як «Європейська ніч дослідників», або публічні дебати, що проводяться з науковцями та директорами з питань суспільства [90].

Тож якими саме способами можна набути компетентності з відкритої науки? На додаток до роботи агентств на міжнародному рівні [90], набування навичок з відкритої науки передбачає підходи, методологію, політику та знання у поєднанні з іншими програмами набування навичок, що нині діють на інституційному рівні, наприклад, багато університетів проводять навчання з дослідницької етики та доброчесності досліджень, у науковому спілкуванні та дослідженні, інформаційній грамотності, управлінні даними, а також власне у відкритому доступі [227].

Незважаючи на всю вищезазначену діяльність, підготовка до використання принципів відкритої науки сприймається як недостатня для дослідників на всіх рівнях організації наукових і освітніх систем. Слід зазначити, що це не лише те, що пропонується з точки зору навчання компетентності з відкритої науки: як це сприймається науковою спільнотою і громадськістю, є принаймні настільки ж важливим. Можливості для розвитку навичок мають реалізовуватись на практиці, а не лише на навчальних курсах. Отже, засоби навчання та програми викладання та навчання, що відповідають певним навичкам та рівню організації досліджень, мають бути чітко визначені та використані. Це також стосується навчання компетентності з відкритої науки для громадян, фахівців, представників засобів масової інформації та політиків [227].

З появою нових закладів спеціалізованої освіти (наприклад, наукові ліцеї) постає питання щодо готовності вчителів природничо-математичних предметів до роботи в подібних закладах освіти. В зв'язку з цим існує проблема зміни змісту та організації курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. Існує необхідність, зокрема, проектування системи підвищення кваліфікації вчителів до роботи в науковому ліцеї [222].

Науковці вже достатньо дослідили проектування як педагогічну проблему. Було з'ясовано, що педагогічне проектування можна розглядати в широкому та вузькому розумінні. Окрім цього, найбільш вагомими підходами вважаються: проектування, як перспективне планування (розгорнуте) та проектування власне навчального процесу [339]. Проектування ж хмаро орієнтованої системи, буде відрізнятись 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 [222].

М. П. Шишкіна в проведеному дослідженні [330] чітко окреслює етап пілотного проектування та етап широкого впровадження. При цьому, етап пілотного проектування охоплює експериментальну перевірку дослідного зразка, пілотне впровадження та визначається ефективність методик, визначаються складники необхідних ресурсів. При цьому науковець окремо наводить етапи пілотного проектування [330]: цільовий, структурно-функціональний, ресурсний та результативний. Пілотне проектування завершується аналізом результатів, щоб скоригувати 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 [222].

С. Г. Литвинова в своєму дослідженні [208] наводить сім основних етапів

проектування: проблемно-освітній; змістово-цільовий; концептуальний; компонентно-оцінювальний; проектно-моделювальний; експериментально-корекційний; оцінювально-узагальнювальний [222]. При цьому, науковець попередньо аналізує саме поняття дидактичного проектування та зазначає, що наразі не існує єдиного переліку етапів проектування. Кожен науковець, в 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 [147] складається з 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 [222].

Згідно проведеним дослідженням етапами проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є: аналіз досліджуваної проблеми, формулювання мети проектування (завдань, гіпотези, плану) хмаро орієнтованої методичної системи, побудова дослідного зразка хмаро орієнтованої методичної системи, випробування дослідного зразка в межах трьох достатніх методик, аналіз результатів випробування відповідно до чотирьох рівнів, коригування складників дослідного зразка залежно від проведеного аналізу й широке впровадження спроектованої хмаро орієнтованої методичної системи. (рис. 2.8) [222].

Етап проектування *аналіз досліджуваної проблеми* полягає в тому, що рівень компетентності з відкритої науки у вчителів не відповідає сучасним вимогам до вчителів наукових ліцеїв.

Згідно вказаних етапів проектування (рис. 2.8) після аналізу досліджуваної проблеми сформулюємо мету проектування: побудувати дослідний зразок хмаро орієнтованої методичної системи підвищення

кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Рис. 2.8. Етапи проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [222]

Процес побудови дослідного зразка хмаро орієнтованої методичної системи полягав в тому, щоб виконати класифікацію ЕОР хмаро орієнтованої системи, побудувати модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки (рис. 2.9), побудувати модель основних видів діяльності суб’єктів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. В результаті дослідний зразок базується на моделі хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Випробування дослідного зразка відбувається в межах трьох достатніх методик: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика). При цьому відбувалося повноцінне чи часткове використання методик (окремих її елементів).

Аналіз результатів випробування відбувався відповідно до чотирьох рівнів сформованості компетентності з відкритої науки (високий, достатній, середній, низький).

Етап *коригування складників дослідного зразка* дав змогу зрозуміти чи потребує зміст кожної з методик змін, чи враховано підвищення рівня кожного складника компетентності з відкритої науки.

Широке впровадження хмаро орієнтованої методичної системи полягає у географічно ширшому впровадженні хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та в різних закладах освіти в межах курсів підвищення кваліфікації для вчителів.

В моделі хмаро орієнтованої системи відкритої науки показано зв’язок групи вчителів з окремими сервісами EOSC (рис. 2.9).

Показано, що лише окремі сервіси EOSC можуть бути використані в науковій роботі вчителями, адже в першу чергу EOSC спрямовано на використання в діяльності науковців та мають вузьке та специфічне направлення. В даній моделі було проілюстровано лише 8 хмарних сервісів, які використовувались на кожному окремому етапі наукового дослідження.

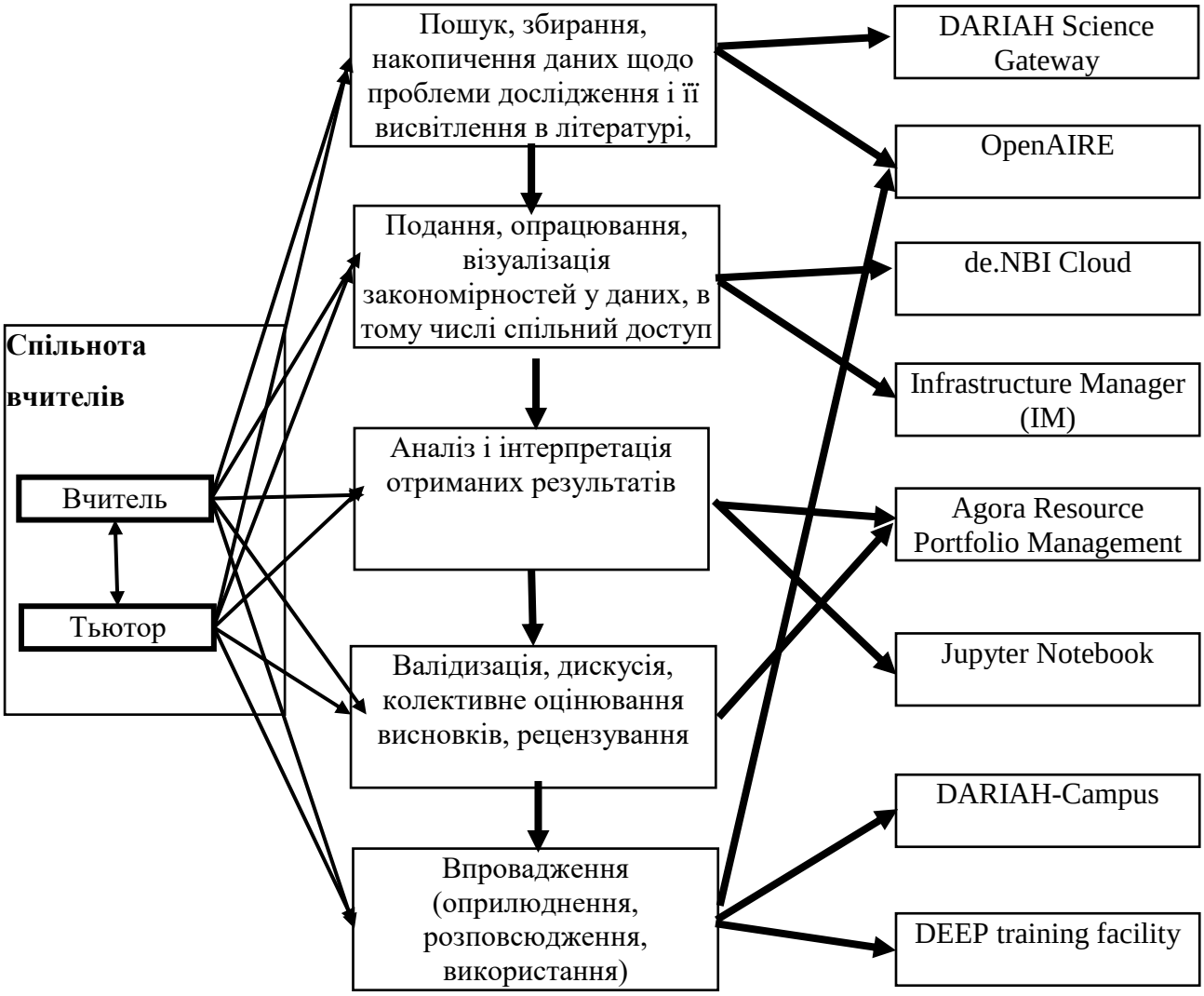


Рис. 2.9. Модель хмаро орієнтованої системи відкритої науки

Дані сервіси об’єднані загальним доступом, оскільки розміщені на одній платформі – EOSC. Отже група вчителів-науковців може виконати добір окремих хмарних сервісів та використати їх в своїй практичній діяльності. Стрілками в моделі показано, що доступ до кожного окремого хмарного сервісу отримує як вся спільнота вчителів так і окремі її представники (для прикладу проілюстровано одного члена групи, одного вчителя). Тобто передбачено наступні форми роботи: групову та індивідуальну. До спільноти вчителів включено тьютора, який проводить індивідуальні та групові навчання. При цьому прослідковується, що тьютор має двосторонній зв’язок з кожним окремим вчителем з групи. Це пояснюється тим, що під час навчання відбувається двосторонній зв’язок. Тьютор аналізує як сприймається навчальний матеріал, консультує, надає поради відповідає на запитання. Адже

без зворотного зв'язку не можливо організувати повноцінний навчальний процес. Тьютор постійно аналізує рівень засвоєння навчальних модулів, оцінює подальший навчальний матеріал, послідовність його викладення.

Закцентовано на тому, що далеко не кожен інструмент EOSC можна використати вчителю в своїй науковій діяльності. Дана модель не передбачає розподіл сервісів за предметними напрямками (математика, фізика, хімія, біологія), а скоріше ілюструє загальне призначення кожного сервісу не підкреслюючи його предметне спрямування.

Перелік хмарних сервісів не претендує на вичерпаність та виключність. Метою було показати можливість використання на кожному етапі наукового дослідження той чи інший хмарний сервіс EOSC. В моделі перелічені ті, що можуть бути практично використані хмарні сервіси кожним вчителем без урахування предметів які він викладає.

Висновки до розділу 2

Відкрита наука пов'язана з теоретичними концепціями, які сприяють відкритості, цілісності та відтворюваності в наукових дослідженнях. Відкрита наукова практика має значні переваги в порівнянні з традиційною. По-перше, відкрита наука може сприяти активній співпраці вчителів. По-друге, обмін протоколами, заходами та науковими результатами підвищить якість експериментальних досліджень, оскільки дозволить виявити помилки в аналізі даних, одержати доступ до масиву вибірки та використати проміжні результати але в рамках іншої дисциплінарної спільноти (без проведення окремого опитування, анкетування, що значно зекономить час проведення науково-дослідної роботи). По-третє, відкриті наукові розробки, можуть сприяти кращому розумінню, перегляду та вдосконаленню навчального процесу. По-четверте, публікація результатів проведеного дослідження з відкритим доступом, призведе до більш швидкого і широкого розповсюдження одержаних результатів.

За останні роки в структурі хмарних обчислень постійно відбуваються зміни. Так виникають нові обчислювальні архітектури: мультихмара, мікро-хмара,

спеціальна хмара та неоднорідна хмара, що демонструють тенденції зміни інфраструктури хмари. Поява нових обчислювальних інфраструктур сприяє включенню до їх структури, наприклад хмарних сервісів відкритої науки. Якщо хмара складається виключно з хмарних сервісів відкритої науки, можна стверджувати про появу ще однієї обчислювальної архітектури – хмаро орієнтованої системи відкритої науки. Хмарні сервіси відкритої науки та інструментарій хмаро орієнтованої системи відкритої науки можуть використовуватись в рамках курсів підвищення кваліфікації вчителів як засоби навчання. Але для того, щоб можна було скористатись ними як засобами навчання важливо розуміти зміст терміну «відкрита наука», що дасть змогу зрозуміти специфіку хмарних сервісів відкритої науки та хмаро орієнтованої системи відкритої науки.

Однією з найбільш загальновизнаних цілей відкритої наукової практики є покращення відкритості, цілісності та відтворюваності досліджень шляхом запобігання неправомірній поведінці в наукових колективах або зменшенню сумнівних методів дослідження. Проте, відкрита наука може бути й передумовою формування хмаро орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів, що являтиме собою нову обчислювальну архітектуру побудовану на компонуванні ресурсів від декількох постачальників.

Використання принципів відкритої науки – це значний потенціал для прискорення як внутрішньо академічних, так і зовнішніх суспільних процесів навчання та створення нових знань, пришвидшення дослідницьких та інноваційних процесів для пошуку рішень для досягнення цілей сталого розвитку та головних викликів суспільства, а також вдосконалення процесу навчання і професійного розвитку вчителів.

Відкрита наука представляє новий підхід до наукового процесу, заснованого на спільній роботі та нових способах розповсюдження знань за допомогою цифрових технологій та інструментів спільної роботи.

Хмаро орієнтовані системи виступають інструментом реалізації в педагогічних системах принципів відкритої науки. Принципи відкритої науки допоможуть ефективно подолати розрив між дослідниками та вчителями. Використання

принципів відкритої науки може бути корисним для навчання та професійного розвитку вчителів, для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Ефективне сприйняття принципів відкритої науки через управління даними, відтворювані дослідження та залучення зацікавлених сторін до мультимедійних додатків покращить процес навчання вчителів.

Згідно проведеними дослідженнями, принципи формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів буде розподілено як принципи відкритої науки та загальні принципи, що стосуються усіх хмаро орієнтованих систем (принципи було відібрано та уточнено авторкою).

До принципів відкритої науки віднесемо:

– принцип відкритості (відкриті наукові дані, відкритий доступ до наукових досліджень та їх результатів);

– принцип прозорості (способи та методи, використані в межах певного дослідження, всі проведені експериментальні дослідження та зібрані дані мають бути прозорими й зрозумілими);

– принцип доступності (всі проміжні дані, наукові здобутки мають бути доступними для подальшого використання іншими науковцями, викладачами, вчителями);

– принцип співпраці з науковими товариствами (використання спільних платформ або хмарного інструментарію для досягнення спільних цілей, обміну досвідом між різними групами суспільства).

До загальних принципів формування хмаро орієнтованих систем віднесемо:

– принцип варіативності (наявність різноманітного інструментарію, що задовільнить потреби різних спільнот користувачів із різним рівнем знань);

– принцип індивідуалізації (забезпечення особистісно-орієнтованого підходу, налаштування інтерфейсу користувача залежно від поставлених завдань);

– принцип інтерактивності (забезпечення зворотного зв’язку та пристосування до пристроїв користувача);

– принцип надійності (забезпечення тривалого та стабільного постачання

ресурсів відповідно до запитів користувачів);

– принцип інтеграції (хмаро орієнтовані сервіси, що належать до хмаро орієнтованої системи, інтегруються з іншим інструментарієм; наявність подальшої інтеграції сторонніх сервісів або систем).

Враховуючи принципи відкритої науки, можна стверджувати, що професійні компетентності вчителів отримують подальшу деталізацію, до якої входитиме також компетентність відкритої науки.

Дуже важливо забезпечити, щоб не лише дослідники, але й вчителі природничо-математичних предметів, що працюють (або працюватимуть) в науковому ліцеї на всіх рівнях мали доступ до професійного розвитку та відповідних навичок, необхідних для того, щоб повною мірою діяти у відповідності із принципами відкритої науки.

Специфічні підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки (відібрані та уточнені авторкою):

– часовий підхід (передбачає прогнозування результатів навчання та професійного розвитку вчителів);

– інтеграційний підхід (методично виважене використання традиційних методів і форм навчання з комп'ютерно орієнтованими, використання результатів наукових досліджень з навчальною метою);

– проектувальний підхід (прогнозування дій та організація навчального процесу в межах хмаро орієнтованої системи);

– науковий підхід (використання результатів наукових проектів і взаємозв'язок зі спільнотами науковців призведе до ширшого використання академічного навчання);

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

Методи для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів (відібрані й уточнені дисертанткою):

– метод оптимізації навчання (добір мінімального інструментарію, що забезпечить виконання поставлених завдань);

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

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

– метод групових досліджень (залучення спільноти науковців та результатів їхніх досліджень у навчальний процес);

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

Згідно проведеним дослідженням етапами проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є: аналіз досліджуваної проблеми, формулювання мети проектування (завдань, гіпотези, плану) хмаро орієнтованої методичної системи, побудова дослідного зразка хмаро орієнтованої методичної системи, випробування дослідного зразка в межах трьох достатніх методик, аналіз результатів випробування відповідно до чотирьох рівнів, коригування складників дослідного зразка залежно від проведеного аналізу й широке впровадження спроектованої хмаро орієнтованої методичної системи.

Компетентність відкритої науки охоплюють широкий спектр складників: від управління даними до юридичних аспектів організації, а також містять технічні компетентності, такі як управління даними, захист даних, наукове спілкування та розповсюдження (включаючи створення метаданих).

Відповідно до Європейського моніторингу складники компетентності з відкритої науки можна згрупувати у чотири основні категорії, тобто:

– навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

– навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення;

– навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею;

– навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Компетентність з відкритої науки здобувається декількома шляхами, що є значущими, зокрема, в аспекті підготовки вчителів до роботи у наукових ліцеях:

– конкуренція та співпраця;

– використання хмарних сервісів відкритої науки;

– використання й повторне використання відкритих даних;

– упровадження принципів відкритої науки не лише серед науковців, а й у галузі освіти.

Інші ініціативи також сприяють подальшому розвитку можливостей для формування компетентності з відкритої науки, а деякі стосуються підготовки викладачів або вчителів, хоча, як правило, з більш спеціалізованою спрямованістю: наприклад, курси підвищення кваліфікації, онлайн-курси / масові відкриті онлайн курси з теми грамотності щодо опрацювання даних і науки про дані (деякі також охоплюють основні принципи та інструменти досліджень), семінари-практикуми й онлайн-курси з управління даними досліджень, навчання програмному забезпеченню та опрацюванню даних. Крім того, слід розглядати окремі складники компетентності з відкритої науки, а також впровадження окремих модулів чи тем до навчальних програм, наприклад, орієнтованих на бібліотечне співтовариство, навчальний план відкритого доступу ЮНЕСКО, що стосується фахівців у галузі даних та даних, окремі наукові програми.

Основні результати другого розділу опубліковано в роботах [149, 187, 188, 229, 232, 233, 234, 236, 238].

РОЗДІЛ 3
КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

3.1 Відкрита наука та інноваційні моделі хмаро орієнтованих систем, їх структура

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 [221].

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 [232].

Питання розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти в аспекті реалізації пріоритетів відкритої науки досліджувались у статті [21]. У роботі [113] 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 [232].

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 [40], 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 [27], 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 ненавмисні негативні наслідки [232].

Мабуть, найсуттєвішим «технічним» бар'єром, з яким стикаються як постачальники, так і користувачі результатів відкритих наукових досліджень, є відсутність єдиної інфраструктури [52]. 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 [232].

Ось лише деякі приклади відкритої науки (що є також і критеріями класичної науки) [232]:

1. Обмін даними та аналітичними файлами (за запитом чи у відкритому доступі включаючи чернетки, препринти) для покращення відтворюваності досліджень [87].

2. Переосмислення в межах інших наукових галузей або явне підтвердження меж статистичної значущості для забезпечення більш надійних тлумачень результатів досліджень (якщо масив даних в узагальненому вигляді буде відкритим повністю або частково, це дасть змогу використати його

повторно але для доведення іншої гіпотези, чи знайти помилки в попередніх дослідженнях) [13, 61].

3. Попередня реєстрація досліджень та аналітичних планів для виокремлення підтверджуючих та констатувальних досліджень (при цьому допускається попередня реєстрація загальних чи часткових гіпотез, завдань, плану виконання науково-дослідної роботи, ширшої інформації про заплановане дослідження, що висвітлюється для загалу) [9].

4. Залучення реплікаційних досліджень для оцінки узагальненості наукових висновків [33].

5. Виключення обмежень, пов'язаних з оплатою, для збільшення доступу до наукового контенту (існують випадки, що перетворюються в тенденцію, коли статті та матеріали до журналів мають більшу вартість для автора, оскільки після публікації дана стаття буде розміщена у відкритому доступі, а статті, що мають закритий доступ – зменшуються в оплаті для автора) [79].

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 [10]. Хоча базовий показник випадків академічної недоброчесності у освітньо-науковій спільноті дуже низький, навіть один такий випадок може бути надзвичайно серйозним для галузі педагогіки (може стати фатальним для наукової кар'єри автора / авторів).

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 [10]. 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 [232].

Відкрита наука має значні переваги щодо зменшення сумнівної дослідницької практики [10]. 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 чіткий ліміт для обміну власними здобутками. По-друге, обмін протоколами, планами та аналітичними сценаріями підвищить точність наукових досліджень вчителів та учнів наукових ліцеїв [87], 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 з вже існуючих масивів даних [87]. По-третє, відкриті наукові практики можуть сприяти кращому розумінню, перегляду та вдосконаленню освітньо-наукового процесу. Матеріали попередньої реєстрації надають усім охочим краще розуміння того, як продовжувати вдосконалювати та змінювати етапи дослідження, зокрема педагогічного експерименту [10]. По-четверте (що є також і практикою чесної, етичної науки, класичної), відкриття наукового спілкування через публікацію з відкритим доступом могло б привести до більш швидкого і більш широкого розповсюдження результатів досліджень серед вчителів (що відбулось з ArXiv і PsyArXiv, що є відкритими архівами електронних публікацій та їх препринтів тисяч статей з фізики, математики, психології та інформатики). Існують й інші практики: наприклад, надання статті на рецензію групі з 15-20 рецензентів і публікація в одному номері журналу базової статті, статей рецензентів з аналізом викладених

результатів, а також статті-відповіді автора. 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 [89], але і завдяки позитивній та продуктивній дослідницькій культурі, своєчасному обміну даними та прозорості освітньо-наукового процесу з опублікованими результатами [232].

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. Крім того, як згадувалося раніше, журнали, які приєднують DOI до спільного набору даних, можуть збільшити видимість / цитування автора [232].

Існують чотири відкриті наукові практики (попередня реєстрація, відкриті дані, відкриті матеріали та препринти / обмін чернетками) [77], кожна з яких сприяє дослідницьким пошукам, зокрема дослідники можуть розпочати включення їх у свою практику [232].

Попередня реєстрація [77]. 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 [232].

Відкриті дані та матеріали [77]. 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 [232].

Препринти [77]. 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 індексуються Google Scholar та іншими інструментами наукового пошуку, що дає змогу зацікавленим читачам переглянути їх та використати [232].

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 [77]. Наприклад, на базовому рівні спільні он-лайн 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 [232].

Препринти, наукові статті, репозитарії та бібліотеки входять до складу OpenAIRE. 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 [232].

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, прагнучі стати надійною електронною інфраструктурою в царинах Європейської хмари відкритої науки [232].

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 та доступ до результатів досліджень європейських проектів, 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 проектів та списки наборів даних, інструменти моніторингу проектів для зберігання, статистики використання та обміну збагаченими даними [232]. 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 [232].

Інфраструктура OpenAIRE

Інфраструктура OpenAIRE збирає записи метаданих з 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 асоційованих авторів можуть бути доступними у їхніх інституційних колекціях, а метадані є максимально повними та оновленими [232]. 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 у 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 [232].

Сервіси OpenAIRE на підтримку Open Science as-a-Service [107]

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 (research infrastructure, RI) послуг, необхідних для життєвого циклу досліджень [232].

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) [107]:

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 автоматичної публікації метаданих та / або корисного навантаження об'єктів у OpenAIRE [232].

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 [232].

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 [232].

OpenAIRE Advance.

Розробники OpenAIRE-Advance2020 працюють над тим, щоб відкрити науку у Європі, перетворити систему наукових комунікацій на відкриту та прозору, що є практичною реалізацію в Європейській хмарі відкритої науки (EOSC) [232]. У найближчі три роки OpenAIRE працюватиме за такими напрямками [107]:

1. Консолідація та розширення послуг: портфоліо послуг OpenAIRE Open Science 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 [232].

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 рівні, щоб стати ключовою частиною відкритої науки в національних умовах [232].

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 [232].

4. Сприяти новим змінам у ландшафті наукових комунікацій [232]: 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 [232].

Як наслідок впровадження в Україні норм відкритої науки повинно призвести до більшого обміну, підзвітності, відтворюваності та надійності наукових матеріалів та вплинути на процес навчання в цілому. У процесі дослідження вітчизняного та зарубіжного досвіду були виявлені такі переваги використання хмарних сервісів математичного призначення: економія ресурсів; мобільність доступу; еластичність [232].

Запровадження хмарних платформ і сервісів в освітній процес приводить до появи та розвитку форм організації навчання та наукових досліджень, орієнтованих на спільну навчальну діяльність, створюється більше можливостей для здійснення навчальних і наукових проектів. Методи і підходи відкритої науки справляють значний вплив на освітній процес, зокрема, освіту вчителя [232]. 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, окремим пунктом слід розглянути застосування цього сервісу, як можливого компонента хмари відкритої науки та платформи OpenAIRE.

В основі моделі формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, як свідчать дослідження, можуть бути [224]:

1. Одна з сервісних 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 сервісних моделей розгортання хмарних технологій.

Звичайно, можна зустріти специфічні моделі, які базуються на інших принципах, проте це скоріше стосується підготовки фахівців вузьких галузей [224].

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 підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Для розроблення моделі формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї за основу доцільно взяти основні види діяльності науковця й учителя. Тому, знадобиться порівняльний аналіз типів діяльності та ті, що відібрані для розробки такої моделі [224].

Розглянемо інноваційні моделі хмаро орієнтованих систем та їх структуру. Даний аналіз знадобиться при побудові моделі хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. В першу чергу потребує аналізу структура моделей хмаро орієнтованих систем, щоб зробити висновок про їх складові та взаємозв’язки. 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 [30] науковці К. Дубей (K. Dubey), М. Ю. Шамс (M. Y. Shams), С. С. Шарма (S. C. Sharma), А. Аларіфі (A. Alarifi), М. Амун (M. Amoon) та А. А. Наср (A. A. Nasr) запропонували нову систему управління декількома організаціями за хмарною моделлю спільноти. Система складається з 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. В результаті можна помітити, що нова система допоможе організовувати 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 К. Дубей (K. Dubey), М. Ю. Шамс (M. Y. Shams), С. С. Шарма (S. C. Sharma), А. Аларіфі (A. Alarifi), М. Амун (M. Amoon) та А. А. Наср (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 трудомісткість.

Науковці Х. М. С. Бейкер (H. M. S. Bakeer) та С. С. Абу-Насер (S. S. Abu-Naser) розглядають модель інтелектуальної системи навчання, блоки якої це [8]:

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 з 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). При цьому дані класи мають взаємодіяти як один з одним так і індивідуально з самою системою. Інтерфейс користувача напряму пов'язаний з навчальним модулем, який в свою чергу взаємопов'язує між собою модель домену та модель студента (слухача).

Схожу архітектуру, як класичну розглянули К. Дубей (K. Dubey), М. Ю. Шамс (M. Y. Shams), С. С. Шарма (S. C. Sharma), А. Аларіфі (A. Alarifi), М. Амун (M. Amoon) та А. А. Наср (A. A. Nasr) [30]. 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 [1], представленої Х. Ахмад (H. Ahmad), Н. М. М. Зайнуддін (N. M. M. Zainuddin), Р. С. М. Юсов (R. C. M. Yusoff) може передбачати п’ять фаз: аналіз, підготовка, створення, використання та оцінювання [231].

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 [30] містить наступні компоненти: цільовий, методологічний, змістово-операційний, технолого-проектувальний, методично-організаційний та результативний [231]. При цьому змістово-операційний компонент за своїми функціями дещо нагадує компонент обчислювальні ресурси в архітектурі, що використовується для планування робочих місць у хмарних системах спільноти [30]. При цьому, цільовий компонент має бути напряму узгоджений з результативним. Цільовий компонент, на думку М. П. Шишкіної містить в собі мету та завдання, які висуваються до даної моделі. Зрозуміло, що результат має відповідати поставленій меті. Методологічний компонент це – принципи і підходи до проектування 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 навчальний модуль в моделі інтелектуальної системи навчання [8].

С. Г. Литвинова описуючи модель хмаро орієнтованого навчального середовища територіально-адміністративної одиниці [208] 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 управляння охоплює основні типи діяльності, а умовний блок «навчання» окреслює більш детально змістове наповнення моделі хмаро орієнтованого навчального середовища [231]. Але, як окремим компонентом виступає інструментарій хмаро орієнтованого навчального середовища.

Т. А. Вакалюк в моделі хмаро орієнтованого навчального середовища

підготовки бакалаврів інформатики виокремлює наступні компоненти [147]: цільовий, управлінський, організаційний, змістово-методичний, комунікаційний та результативний [231]. 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 [231].

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 [231].

3.2 Модель основних видів діяльності суб'єктів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

Враховуючи проведений аналіз основних типів діяльності та проведену, згідно цього, класифікацію ЕОР можна створити модель основних видів діяльності суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї (рис. 3.1). Дана модель базується на основних видах діяльності вчителя (однак показані не лише спільні види діяльності з науковцем) [231]. Кожен окремий вид діяльності реалізується через застосування відповідного виду ЕОР (див. підрозділ 5 розділу 2, табл. 2.3). 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. 3.1) 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 [231].

Розглянувши модель основних видів діяльності суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї (рис. 3.1) 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 [231]. 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 [231].

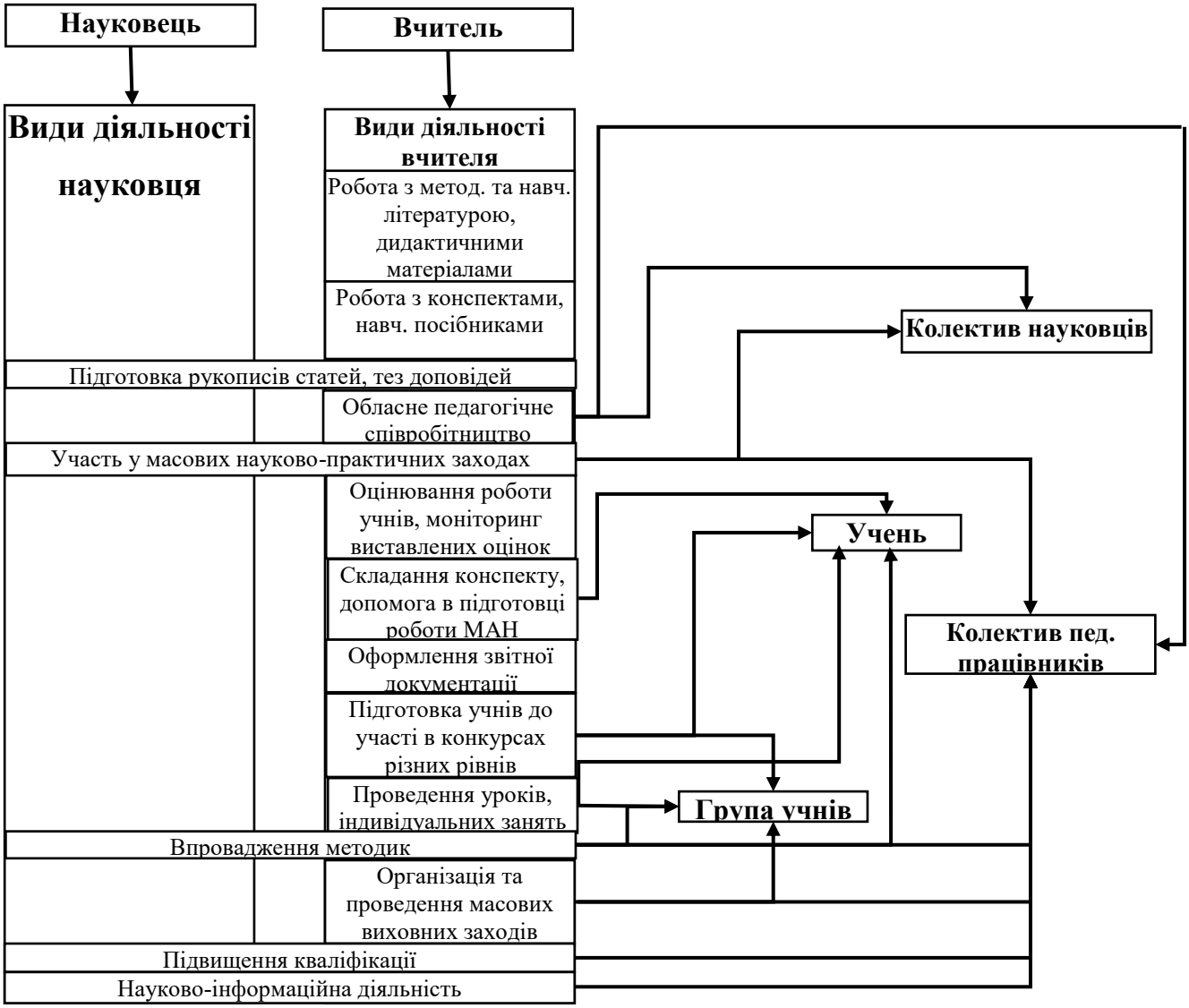


Рис. 3.1. Модель основних видів діяльності суб’єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [231]

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. Задля подальшої інтеграції України до Європейського дослідницького простору слід провести аналіз сучасного стану розвитку і використання відкритої науки та розглянути які дослідження вже були проведені [133].

Так, В. В. Ореховою [274] 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 [253]. 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 [133].

А. Ю. Василенко [151] 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 напрямки розвитку відкритої науки у Франції: визначення основних засад, запровадження системи контролю та моніторингу та міжнародне співробітництво. Кожен напрям окремо досліджується А. Ю. Василенко [151] та головне, зазначається його практичне спрямування [253]. 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 [133].

Якщо розглянути практичне впровадження відкритої науки в Україні, то слід зазначити про проект DocHub «Структуризація співпраці щодо

аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України» (http://dochub.com.ua/uk). В рамках участі в даному проекті Національного університету «Києво-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) [253]. 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 [133].

О. О. Грачев та Л. П. Овчарова в своєму дослідженні [158], зазначають, що одним із ключових проектів Організації економічного співробітництва і розвитку є проект «Відкрита наука», на який слід звернути увагу українським науковцям. Хоча, даний проект не є українським та його реалізація здійснюється країнами Організації економічного співробітництва і розвитку, проте, на думку науковців [158] більшість ключових заходів сприятимуть подальшому впровадженню відкритої науки в Україні [253]. 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 [133].

З урахування аналізу проведеного дослідження сучасного стану розвитку і використання відкритої науки в Україні, можна зробити висновок, що певні кроки з дослідження принципів відкритої науки, парадигми відкритого доступу вже зроблені [253]. Хоча, як свідчить більшість публікацій в 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), в якому йде мова про поширення відкритого доступу до наукових даних та публікацій [133].

14 лютого 2002 р. була оприлюднена Будапештська ініціатива відкритого доступу [17] це публічна заява про принципи відкритого доступу до наукових дослідницьких публікацій.

Говорячи про публікації у відкритому доступі слід згадати про план S, який полягає у прискоренні переходу до повного та негайного відкритого доступу до наукових публікацій [101]. Основний принцип даного плану полягає в тому, що після 1 січня 2020 р. наукові публікації про результати досліджень, фінансованих за рахунок державних грантів, наданих національними та європейськими дослідницькими радами, повинні бути опубліковані в журналах відкритого доступу або на відповідних платформах відкритого доступу. При цьому, автори зберігають авторські права на свою публікацію без будь-яких обмежень. Усі публікації мають бути опубліковані за відкритою ліцензією, бажано за ліцензією Creative Commons Attribution License CC BY.

Публікація у відкритому доступі – це модель видавництва, яка виникла в останні роки для подолання проблем традиційного видавництва. У той час як традиційні моделі публікацій приховують науковий вміст застосовуючи дорогі підписки, модель публікації у відкритому доступі надає можливість користувачам отримати доступ практично безкоштовно. Хоча забезпечення широкого доступу до академічного контенту є значною метою, однак ідей як її досягти немає. Існує кілька моделей публікації у відкритому доступі, але окремої уваги заслуговує модель Diamond Open Access [86]. Ідея Diamond Open Access полягає в створенні високоякісного наукового вмісту без стягнення плати з авторів чи користувачів. Платформи, такі як Episciences, вже використовують цю модель. У моделі публікації Diamond Open Access ні автор, ні установа не оплачують витрати на публікацію матеріалу; натомість кошти надаються сторонніми донорами. Такими донорами можуть бути установи, уряди, приватні особи чи групи [86]. Це означає, що зміст, опублікований

журналами Diamond Open Access, все ще проходить редагування та рецензування, але зміст залишається безкоштовним. Модель Diamond Open Access дозволяє безкоштовно та швидко надавати високоякісний науковий зміст.

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 спільне використання матеріалів вплине на їх кар'єру. Відкриті матеріали, як свідчать дослідження [79], призводять до збільшення цитувань, уваги ЗМІ та колег, можливостей спільної роботи над однією науковою проблемою та додаткового фінансування. Подібні висновки [79] є свідченням того, що відкриті наукові дослідження привносять значну користь науковцям порівняно з традиційними закритими практиками [240].

Деякі дослідники не сприймають серйозно публікацію 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 [240]. 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 [79]: 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 [240]. 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 наявність 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 в 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) [240].

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 наробки 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 [240]. 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 при 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. Як правило, 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 [240].

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 [240].

Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) була схвалена рішенням колегії Міністерства освіти і науки України № 3/1-7 ще 22.03.2018. Пріоритет 5 містить підпункт, в якому зазначено про подальші напрями розвитку відкритої науки в Україні. Відкрита наука означає відкриття процесу дослідження шляхом оприлюднення всіх його результатів та способу досягнення цих результатів, загальнодоступних у мережі Інтернет [226].

Практичним використанням парадигми відкритої науки є [232]: 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) [226].

Якщо розглянути принципи відкритої науки, то на думку М. П. Шишкіної це [328]:

– відкритий доступ до наукових джерел;

– відкритий доступ до електронних ресурсів, що використовувалися під час дослідження [226];

– вільний доступ до масиву даних, одержаних під час проведення педагогічного експерименту [226];

– відкриті е-інфраструктури.

Загальним прикладом відкритих джерел є велика кількість відкритих вихідних віртуальних середовищ навчання, що використовуються в академічному середовищі. В даному напрямку найяскравішим прикладом є Moodle, завдяки його широкому використанню в навчальних закладах [226].

Зрозуміло, що в цілому, систему Moodle не можна розглядати як інструмент відкритої науки, адже Moodle це – система управління навчанням. Проте, окремий інструментарій даної системи (хоча б частково) можна розглянути в контексті відкритої науки [226].

Умовно весь інструментарій Moodle можна класифікувати як [226]:

1. Статичні ресурси: файл, сторінка (HTML), тека з файлами, URL-адреси.
2. Інтерактивні ресурси: завдання, тест, Wiki, глосарій, форум, чат та анкета [226].

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. В чому переваги подібних курсів? Його змістову складову можна навести в якості прикладу відкритих даних. При цьому ресурси відповідають трьом основним вимогам, що висуваються до відкритих даних: відкрита ліцензія, доступ та формат [226]. При цьому 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 [226].

Якщо розглянути перший принцип відкритої науки (згідно досліджень М. П. Шишкіної), 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) [226]. Наразі існує ідея про використання не лише кінцевих результатів наукових досліджень, але й так званих препринтів (чернеток), в змісті яких можна представляти гіпотезу, робити певні проміжні висновки, коригувати модель в 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 [226].

Оскільки інструментарій системи Moodle, хоча б частково підтримує основні європейські тенденції та може використовуватись не лише в навчанні, але й в науковій діяльності можна стверджувати, що таким чином виконується один з пріоритетів Дорожньої карти інтеграції України до європейського дослідницького простору [226]. Сутність даного пріоритету полягає в покращенні обміну, передачі та доступу до наукових знань.

В 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. В зв’язку з цим, інтерес викладачів та вчителів до додатків для відеоконференцій, сервісів та месенджерів значно зріс

(лише в Україні попит на додатки для відеоконференцій зріс в 5 разів) [300]. При цьому найпопулярнішими, згідно з даними GlobalLogic [300], є: Zoom, Microsoft Teams та Google Hangouts [254].

Проте, досить цікавим рішенням є використанням месенджера Discord, що є безкоштовним (наявні й тарифи на платній основі з додатковим пакетом послуг) та з моменту створення був зорієнтований на користувачів комп'ютерних ігор [254]. Використання Discord в навчальному процесі не нова: на кафедрі комп'ютерних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України використовують даний сервіс для проведення онлайн лекцій [157]. 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 [318].

Хоча даний месенджер в першу чергу розрахований на використання для спілкування користувачів комп'ютерних ігор він має досить потужний інструментарій і для використання в навчальному процесі. Перше на що слід звернути увагу, це на широку популярність Discord серед учнів та студентів. Можна сказати, що майже кожен з них має вже встановлений месенджер на своєму пристрої та вміє його використовувати [254]. 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 слухачів. При цьому, хоча й можлива відеотрансляція, проте, як показує досвід [157], важливішою умовою є демонстрація екрану вчителя чи викладача. Адже для пояснення навчального матеріалу в першу чергу 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, в Discord можна в межах власного серверу встановити власні права доступу та створити окремі підгрупи (мікрогрупи). На

кожну 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 більше ніж 500 каналів та 250 ролей (прав доступу), максимальний розмір файлу для передачі – 8 Мб, обмеження для серверу – одночасна робота не більше ніж 250000 користувачів [254].

Окремого дослідження вимагає той факт, чи можна назвати месенджер Discord хмарним [157], 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/) при цьому не встановлюючи Discord на пристрій. Проте, це скоріше говорить про веб-орієнтованість месенджеру [254]. Якщо ж звернутись до офіційних документів з 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 з 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 в рамках виконання одного спільного проекту та надасть доступ до голосових каналів, можливості демонструвати екран іншим користувачам в реальному часі [254].

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 [254].

Враховуючи проведений аналіз хмарних сервісів відкритої науки та опис їх основних характеристик було спроектовано Модель використання інструментів відкритої науки відповідно до типів діяльності відкритої науки (рис. 3.2).

Основна ідея полягає у виокремленні етапів наукового дослідження і добору відповідних сервісів відкритої науки для їх підтримування [65]. На базі цієї класифікації проводилося навчання вчителів. Далі наведено приклади таких сервісів, які можуть бути використані для підтримування різних етапів.

1. Пошук, збирання, накопичення даних щодо проблеми дослідження і її висвітлення в літературі, констатувальні дані. DARIAH Science Gateway, OpenAIRE

2. Подання, опрацювання, візуалізація закономірностей у даних, в тому числі спільний доступ. de.NBI Cloud, Infrastructure Manager (IM)

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

4. Валідизація, дискусія, колективне оцінювання висновків, рецензування. Agora Resource Portfolio Management Tool

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

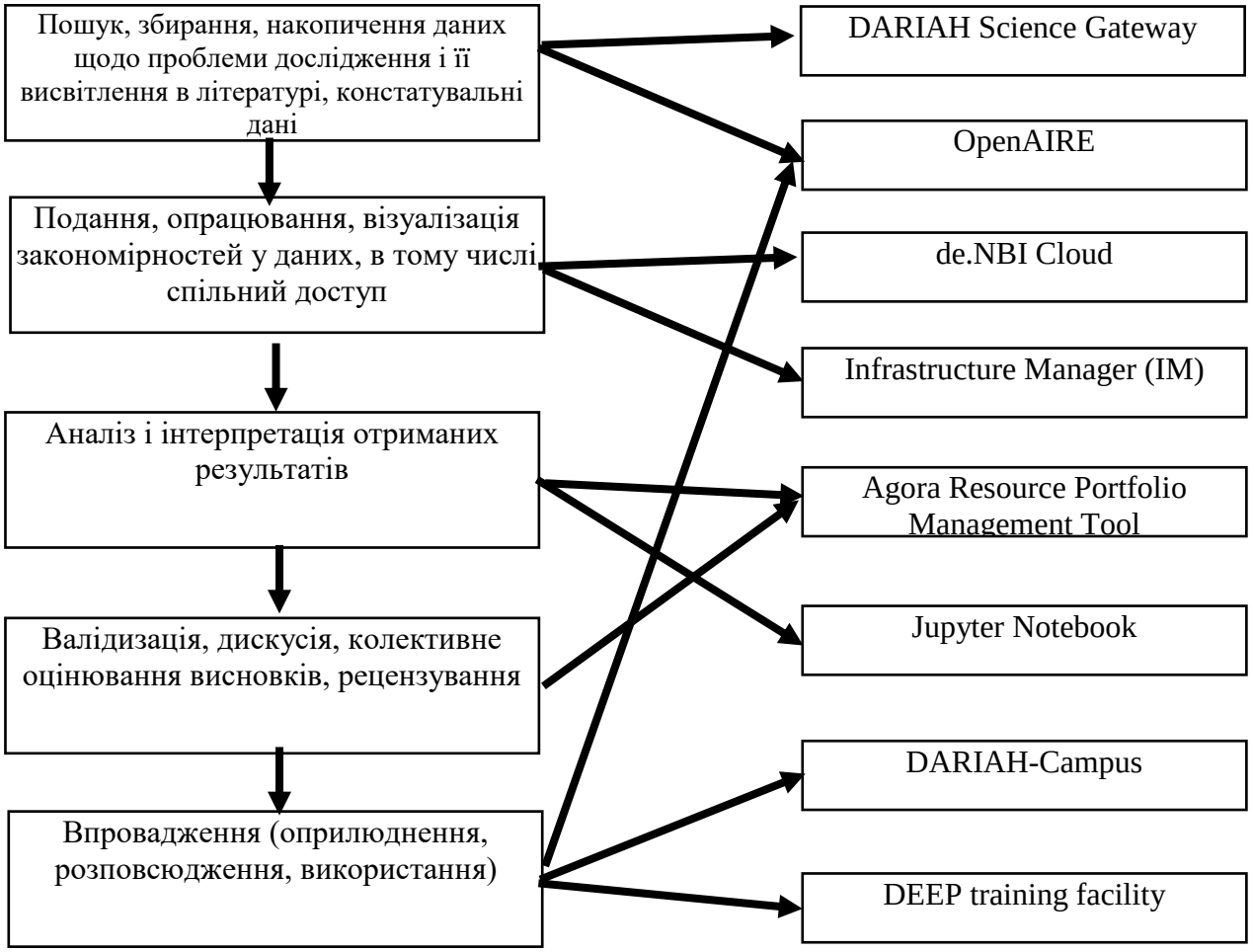


Рис. 3.2. Модель використання хмарних сервісів відкритої науки відповідно до етапів наукового дослідження

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

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

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

Jupyter Notebook можна використовувати для створення та обміну

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

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

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

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

DARIAH-Campus – це як платформа відкриття, так і платформа хостингу

для DARIAH та пов’язаних із DARIAH пропозицій у навчанні та освіті. Метою DARIAH-Campus є розширення доступу до відкритих, інклюзивних, високоякісних навчальних матеріалів, які спрямовані на розвиток творчості, навичок, технологій та знань у сфері мистецтва та гуманітарних наук із підтримкою цифрових технологій.

DEEP training facility

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

– Прозоре навчання на розподілених електронних інфраструктурах з доступом до GPU.

– Докер на основі портативності та багаторазового використання моделі.

– Проста інтеграція моделі з REST API на основі стандартів.

– CLI та веб-інтерфейс користувача для взаємодії з системою.

– Ідентичність на основі OpenID Connect.

3.3 Загальна модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

М. П. Шишкіна в своїй роботі [330] розглянула низку інноваційних моделей формування хмаро орієнтованого середовища: модель хмаро орієнтованого навчального середовища, концептуальна модель організації хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, модель групування компонентів хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища [231].

В зв’язку з цим, у дослідженні С. Г. Литвинової обґрунтована модель

взаємодії суб'єктів навчання [207]. 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 [231].

Т. А. Вакалюк наводить опис структурної моделі хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики [147]. Науковець вважає, що в основу даної моделі слід закласти саме процес підготовки бакалаврів інформатики [231].

Групою науковців В. Ю. Биков, Д. Мікуловський (D. Mikulowski), О. Моравчик (O. Moravcik), С. Свяцький (S. Svetsky) та М. П. Шишкіна в дослідженнях було обґрунтовано модель хмаро орієнтованого відкритого освітньо-наукового середовища для підтримування спільної діяльності, однак попередньо в роботі [20] розглянуто способи відбору інструментів та описано перспективи їх використання в освітніх системах вищої освіти [231].

Науково-методологічні засади формування й розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища в контексті пріоритетів відкритої науки та формування Європейського дослідницького простору було розглянуто В. Ю. Биковим та М. П. Шишкіною [21]. Науковці проаналізували не лише методологічні принципи проектування та розвитку середовища (принципи відкритої освіти, відкритої науки), але й специфічні принципи, властиві хмаро орієнтованим системам [231].

Сучасні стратегічні підходи до використання цифрових засобів у навчально-виховному процесі та професійній діяльності вчителів, що підтримують новий рівень спілкування та взаємодії всіх учасників навчально-виховного процесу [231], а також у розвитку цифрової компетентності самого вчителя розглянула в своєму дослідженні О. В. Овчарук [270].

Науковці Х. М. С. Бейкер (H. M. S. Bakeer) та С. С. Абу-Насер (S. S. Abu-Naser) дослідили архітектуру інтелектуальної системи навчання [231], яка в свою чергу містить лише чотири складники: модель домену, модель студента (слухача), навчальний модуль та інтерфейс користувача (їх можна розглядати

як окремі моделі) [8].

Модель системи управління декількома організаціями, в основу якої закладена хмарна модель спільноти запропонована в роботі К. Дубей (K. Dubey), М. Ю. Шамс (M. Y. Shams), С. С. Шарма (S. C. Sharma), А. Аларіфі (A. Alarifi), М. Амун (M. Amoon) та А. А. Наср (A. A. Nasr) [30].

Науковцями в достатній мірі розглянуто різноманітні моделі організації навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Крім того, науковці в своїх роботах розробили моделі хмаро орієнтованого середовища, зокрема для підготовки фахівців відповідних профілів [133]. Проте, проблема проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї залишається недостатньо дослідженою [231]. Це пояснюється специфічними особливостями освітнього процесу у науковому ліцеї та недостатньою підготовкою вчителів до викладання в подібному закладі загальної середньої освіти. Треба взяти за увагу 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 підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. А отже, за основу можна взяти вже розроблені принципи, чи загальну структуру побудови подібних моделей [133].

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 в уточненні. Оскільки для даного дослідження важливі не всі основні види діяльності особистості, а лише ті, що одночасно притаманні науковцю та вчителю [133].

Розглянемо структуру хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для

роботи в науковому ліцеї (рис. 3.3).

Блок хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї об’єднує три методики, яких виявилося достатньо для утворення даної хмаро орієнтованої методичної системи (рис. 3.3) [66].

Блок хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є ключовим. На даний блок, точніше на його формування впливає мета: підвищення рівня компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [66]. Ця мета сформувалась на основі двох компонентів: затвердження положення про науковий ліцей та спрямованості освіти.

Блок хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї буде розглянуто окремо. Однак до її складників входять три основні блоки: базова, спеціалізована та поглиблена методики. Цих методик достатньо, щоб забезпечити формування компетентності з відкритої науки [66]. Дані методики залежать від бази, експериментальних майданчиків на яких буде проводитись впровадження: на базі обласних інститутів підвищення кваліфікації, курси підвищення кваліфікації на базі ЗВО та в якості окремих курсів підвищення кваліфікації (дистанційних та очних). Кожна методика передбачає залучення тих чи інших хмарних сервісів відкритої науки. Так, базова методика передбачає використання окремих хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на різних платформах. Спеціалізована методика зумовлює використання групи подібних хмарних сервісів.

Рис. 3.3. Модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [66]

В поглибленій методиці хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї використовується безпосередньо інструментарій хмари відкритої науки та об’єднання окремих її сервісів (але на базі однієї платформи – Європейської хмари відкритої науки). [66].

Зміст базової методики включає окремі теми чи модулі та передбачає вивчення щонайменше одного хмарного сервісу відкритої науки. Спеціалізована методика передбачає вже не лише оглядове вивчення існуючих хмарних сервісів, а принаймні їх групи, одночасного використання для різних видів діяльності. Відбувається вивчення вчителями окремого міні-курсу чи окремих тем. Поглиблена методика забезпечує вивчення та використання інструментарію Європейської хмари відкритої науки в рамках дистанційного курсу чи спеціалізованого дистанційного курсу [66].

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

В якості критеріїв оцінювання ефективності застосування методичної системи будемо розглядати підвищення рівня компетентності з відкритої науки. Нагадаємо, що складники компетентності з відкритої науки сформовані у чотири основні категорії [227]:

– навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

– навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення;

– навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею;

– навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Однак, лише дві категорії будуть використані для визначення рівня сформованості компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів: навички й досвід щодо даних досліджень, управління,

аналізу / використання / повторного використання, поширення; навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею. Цього достатньо, щоб робити висновок про ефективність системи, оскільки компетентності з відкритої науки знаходяться на перетині професійних компетентностей вчителів природничо-математичних предметів та професійних компетентностей науковця (рис. 3.4).

Рис. 3.4. Співвідношення професійних компетентностей науковця та вчителя та їх взаємозв’язок з компетентністю відкритої науки

На рис. 3.4 за допомогою кругів Ейлера показано взаємозв’язок професійних компетентностей науковця, вчителя та компетентності з відкритої науки. В той же час, компетентність відкритої науки є підмножиною професійних компетентностей науковця. Це значить, що окремі складники компетентності з відкритої науки стосуються виключно науковця. Тому підвищення рівня цих складників буде достатньо для визначення ефективності хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Рівень

складників компетентності з відкритої науки визначають згідно критеріїв наведених в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Критерії сформованості компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів

Рівень (назва)	**Складники компетентності з відкритої науки**	
	Навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею	*Навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення*
Високий	На кожному етапі науково-дослідної роботи добирати та використовувати хмарні сервіси відкритої науки. Вміти використовувати інструментарій EOSC. Проводити власне наукове дослідження чи бути виконавцем в колективному проекті. Пояснювати принципи відкритої науки учням та самостійно їх дотримуватись. Доносити до учнів принципи академічної доброчесності, самому дотримуватись їх та розуміти їх важливість в діяльності науковця. Створювати міжнародні, відкриті та колективні онлайн-спільноти з дослідження спільних наукових проблем	Мати та підтримувати профіль науковця в наукометричних базах даних та репозитаріях з відкритим доступом. Завантажувати власні здобутки та публікувати результати наукових досліджень у відкритому доступі. Використовувати відкриті масиви даних та результатів європейських досліджень в навчальному процесі. Пояснювати учням, що результати досліджень мають бути прозорими, відтворюваними та ілюструвати це на власному прикладі. Вчити учнів усім ключовим способам апробації отриманих наукових результатів: відкриті репозитарії, публікації статей, доповіді в межах заходів різних рівнів, обговорення з колегами. Вчити основним принципам рецензування наукового матеріалу учнів та самостійно їх використовувати. Знати та використовувати основні критерії рецензування наукового матеріалу та їх зв’язок з відкритою наукою.

Рівень (назва)	Складники компетентності з відкритої науки	
	Навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею	*Навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення*
Достатній	Використовувати спеціалізовані хмарні сервіси для організації спільної та групової роботи учнів в поєднанні з хмарними сервісами відкритої науки. Проводити власну науково-дослідну роботу. Пояснювати принципи відкритої науки учням та самостійно їх дотримуватись та розуміти їх важливість. Доносити до учнів принципи академічної доброчесності, самому дотримуватись їх. Створювати міжрегіональні, відкриті та колективні онлайн-спільноти з дослідження спільних наукових проблем	Підтримувати профіль науковця в наукометричних базах даних та репозитаріях з відкритим доступом. Публікувати результати наукових досліджень з обмеженим доступом. Використовувати окремі результати досліджень європейських науковців для залучення учнів у науково-дослідну роботу. Пояснювати учням, що результати досліджень мають бути прозорими та відтворюваними, розуміти їх важливість. Вчити учнів усім ключовим способам апробації отриманих наукових результатів: публікації статей, доповіді в межах заходів різних рівнів, обговорення з колегами. Вчити основним принципам рецензування наукового матеріалу учнів та самостійно їх використовувати. Знати основні критерії рецензування наукового матеріалу та їх зв’язок з відкритою наукою.

Рівень (назва)	Складники компетентності з відкритої науки	
	Навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею	*Навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення*
Середній	Використовувати спеціалізовані хмарні сервіси для організації спільної та групової роботи учнів. Цікавитись науковими дослідженнями колег та заохочувати до власного дослідження учнів. Пояснювати принципи відкритої науки учням та іноді їх дотримуватись. Доносити до учнів принципи академічної доброчесності, розуміти їх важливість в діяльності науковця. Створювати відкриті та колективні онлайн-спільноти з дослідження спільних наукових проблем	Підтримувати профіль в репозитаріях та бібліотеках. Найвагоміші результати публікувати у відкритому доступі. Використовувати відкриті репозитарії для проведення науково-дослідних робіт учнів. Пояснювати учням, що результати досліджень мають бути прозорими та відтворюваними. Вчити учнів ключовим способам апробації отриманих наукових результатів: публікації статей, публікації тез доповідей, обговорення з колегами. Вчити основним принципам рецензування наукового матеріалу учнів. Знати та використовувати основні критерії рецензування наукового матеріалу.
Низький	Володіти знаннями про наукові репозитарії, наукометричні бази даних та іноді їх використовувати. Заохочувати учнів до проведення науково-дослідної роботи. Пояснювати принципи відкритої науки учням. Доносити до учнів принципи академічної доброчесності. Створювати районні онлайн-спільноти з дослідження спільних наукових проблем	Розповсюджувати власні наукові здобутки через персональний сайт вчителя. Використовувати результати українських науковців у наукових доробках учнів. Пояснювати учням про прозорість наукових результатів та їх відкритість (за потребою). Вчити учнів мінімальним способам апробації отриманих наукових результатів: публікація тез, використання відкритих репозитаріїв. Вчити основним принципам рецензування наукового, вчити використанню основних критеріїв рецензування наукового матеріалу учнів.

Висновки до розділу 3

На сьогоднішній день реалізація Європейського дослідницького простору (ERA), як це визначено Європейською радою, не може вважатися повністю досягнутою. Реалізація відкритого та інтегрованого середовища для транскордонного безперешкодного доступу до цифрових ресурсів, послуг та можливостей, що сприяють повторному використанню даних та послуг з досліджень, прискорюється ініціативою Європейської комісії «Європейська хмара відкритої науки». Відкрита наука розглядається як парадигма для сприяння та розвитку подій. Вона може забезпечити міждисциплінарне співробітництво, посилити необхідність обміну знаннями та дозволити вільний та безперешкодний доступ до даних і результатів досліджень.

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

Для розроблення моделі формування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї за основу доцільно взяти основні види діяльності науковця й учителя. В результаті аналізу основних видів діяльності науковця й учителя було визначено спільні види, серед яких: підготовка рукописів статей, тез доповідей; участь у масових науково-практичних заходах; упровадження методик; науково-інформаційна діяльність і підвищення кваліфікації. На основі розробленої класифікації було створено модель основних видів діяльності суб’єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Модель основних видів діяльності науковця і учителя ілюструє зв’язки між: учителем, окремим учнем,

групою учнів, колективом науковців і колективом педагогічних працівників. Ці зв'язки реалізуються завдяки основним видам діяльності вчителя. Хоча на моделі цього не показано, проте, враховуючи попереднє дослідження стає зрозуміло використання того чи іншого виду ЕОР у окремих взаємодіях суб'єктів.

Блок методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї об'єднує три рівні впровадження, кожен з яких – це окрема методика.

Блок методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є ключовим. На даний блок, точніше на його формування впливає мета: підвищення кваліфікації вчителів до роботи в науковому ліцеї. Ця мета сформувалась з урахуванням трьох компонентів: затвердження положення про науковий ліцей, введення карантинних заходів на території України та направленість освіти.

Блок методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї буде розглянуто окремо. Однак до її складників входять три основні блоки, впровадження методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї на: базовому, середньому та вищому рівнях. Ці рівні характеризуються окремими методиками, що забезпечують формування компетентності з відкритої науки. Дані методики залежать від бази, експериментальних майданчиків на яких буде проводитись впровадження: на базі обласних інститутів підвищення кваліфікації, курси підвищення кваліфікації на базі ЗВО та в якості окремих курсів підвищення кваліфікації (дистанційних та очних). Кожен рівень вимагає залучення тих чи інших хмарних сервісів відкритої науки. Так, на базовому рівні передбачено використання окремих хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на різних платформах. Середній рівень вже передбачає використання групи подібних хмарних сервісів. На найвищому рівні методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї використовується безпосередньо інструментарій хмари відкритої науки та об'єднання окремих її сервісів (але на базі однієї платформи –

Європейської хмари відкритої науки).

Так, на базовому рівні апробація відбувається в межах окремих тем чи модулів та передбачає вивчення щонайменше одного хмарного сервісу відкритої науки. Середній рівень передбачає вже не лише оглядове вивчення існуючих хмарних сервісів, а принаймні їх групи, одночасного використання для різних видів діяльності. Апробація відбувається шляхом вивчення вчителями окремого міні-курсу чи окремих тем.

Вищій рівень забезпечує вивчення та використання інструментарію Європейської хмари відкритої науки в рамках дистанційного курсу чи спеціалізованого дистанційного курсу. Подана методика для вивчення даних курсів, оскільки наявні певні особливості в опануванні матеріалу на вищому рівні.

В якості результату одержимо покращення підготовки вчителя природничо-математичних предметів до робити в науковому ліцеї.

Основні результати третього розділу опубліковано у роботах [66, 133, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 235, 240, 242, 254, 331].

РОЗДІЛ 4
МЕТОДИЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДЛЯ РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

4.1 Складники хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї

В зв'язку із запровадженням карантинних обмежень 2020 – 2021 рр., що спрямовані на боротьбу з COVID-19, в більшості шкіл України поряд з очною формою навчання однією з найрозповсюдженіших форм навчання посіла дистанційна форма навчання. Однак, наявні випадки коли закривають окремі класи, задля дотримання карантинних обмежень [251]. Тому широкого впровадження потребує не лише дистанційна, але й змішана форма навчання. Так, 6 травня 2021 р. відбулась онлайн-сесія щодо дистанційної освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти (організатор Міністерство освіти і науки України (МОН)) [325]. Захід було спрямовано на аналіз практичного досвіду впровадження дистанційного навчання, обговорення проблем та їх подальше вирішення.

Наразі наявні приклади впровадження цифрових технологій в навчальний процес шкіл [251]. Так, 60 шкіл України взяли участь у пілотному впровадженні SELFIE на період квітня-травня 2021 р. [317].

На даний момент одним із пріоритетів МОН постає розвиток дистанційного навчання за рахунок цифровізації освіти. Враховуючи необхідність запровадження дистанційного та змішаного навчання в українську шкільну практику постає проблема дослідити особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. Проте, якщо вже існує низка досліджень з проблеми впровадження дистанційного навчання (особливо за період 2020–2021 рр.), то методичних рекомендацій з впровадження змішаного

навчання недостатньо. Крім того, науковці часто ототожнюють поняття «дистанційне навчання» та «змішане навчання» [251].

Т. А. Вакалюк та О. М. Спірін в своєму дослідженні [150] аналізують сутність поняття інформаційно-цифрові технології та наводять авторське визначення. Так, дослідники розглянули різні підходи до трактування даного означення. Попередньо подано визначення терміну «цифровізація». Цифрові технології розглянуті як: система засобів та методів для реалізації складних процесів; складники для побудови інформаційних систем; впровадження інновацій у бізнесі [251].

Дослідження А. Є. Фандєєвої присвячене проблемі впровадження змішаного навчання у закладах вищої освіти (ЗВО). В праці [320] окреслено тенденції розвитку змішаного навчання; визначено його завдання й переваги в навчальному процесі ЗВО [251].

О. М. Спірін в праці [307] визначено критерії та показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Так серед критеріїв та показників О. М. Спірін виокремлює: зовнішні та внутрішні. Дослідження охоплює і підходи до оцінювання показників якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання [251].

Т. В. Долгова в своєму дослідженні [166] аналізує визначення поняття «змішане навчання», наводить переваги та недоліки очного та дистанційного навчання та визначає особливості цифрових ресурсів. Описані особливості можна взяти за основу при визначенні критеріїв та показників добору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання [251].

Донедавна в Україні головною формою навчання в закладах загальної середньої освіти було очне навчання. У зв’язку з веденням карантинних обмежень набуло поширення дистанційне та змішане навчання [251]. Хоча протягом останніх десятиріч дистанційна форма навчання стала одним із найважливіших елементів системи освіти розвинених країн, в Україні «навчання на відстані» популярним стало тільки в останні роки.

Якщо аналізувати досвід використання цифрових технології в закладах

загальної середньої освіти України, то в першу чергу ця проблематика стосується саме дистанційного навчання. Досвід регіонів України детально було розглянуто під час онлайн-сесії щодо дистанційної освіти [325]. МОН вбачає подальший розвиток цифрової трансформації освіти завдяки платформі для змішаного (дистанційного) навчання «Всеукраїнська школа онлайн» та удосконалення інструментарію електронного журналу. Як приклад можна назвати функціонування порталу «E-SCHOOL Дистанційне навчання в школі» розробленого на базі системи управління курсами Moodle, що містить методичний контент вчителів Донецької області. При цьому учнів, що навчались протягом 2020 – 2021 навчального року нараховується – 5875 [251].

В Дніпропетровській області діє Освітній портал міста Кривого Рогу (http://kreducloud.com/) з методичними рекомендаціями, посиланнями на освітні ресурси та хмарні сервіси. При цьому спектр використання хмарних систем та сервісів досить широкий: хмарні сервіси компанії Google, платформа HUMAN, відеодописи майстер класів та семінарів (семінарів-практикумів). При цьому наявні ресурси розподілені за класами та навчальними предметами [251].

Під час проведення онлайн-сесії [325] було презентовано STEM-лабораторію МАНЛаб (https://stemua.science/), що являє собою міждисциплінарний віртуальний STEM-центр Малої академії наук (МАН) України. STEM-центр спеціалізується на дистанційній підтримці у галузі природничих дисциплін. Наявні навчальні та методичні матеріали, віртуальні лабораторії, обладнання провідних виробників [251].

Протягом квітня та травня 2021 р. відбулося пілотне впровадження онлайн-інструменту SELFIE в 60 закладах загальної середньої освіти [317], який постає інструментом з реалізації дистанційного навчання. Даний онлайн-інструмент є безкоштовним. Широке використання SELFIE стало можливим завдяки Європейському фонду освіти та Міністерству цифрової трансформації. Передбачається, що даний проект допоможе закладам загальної середньої освіти ефективно використовувати цифрові технології та налаштовувати їх інструментарій відповідно до власних освітніх потреб. SELFIE має

інструментарій для анонімного анкетування учнів, вчителів та керівників шкіл про те, які цифрові технології використовуються в їх школі. Для цього призначені запитання в короткій формі та проста шкала відповідей 1-5. На запитання витрачається не більше 20 хвилин. На основі цих даних опитувань інструмент формує звіт про сильні та слабкі сторони школи у використанні цифрових технологій [251].

Розглянемо певні групи критеріїв відбору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання, що суміщають в собі навчальний контент, який відповідає вимогам представленими Т. В. Долговою в дослідженні [166]. Спираючись на наявний досвід використання цифрових технологій українською спільнотою вчителів та на дослідження О. М. Спіріна [307], в якому обґрунтовано критерії та показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання, визначимо критерії та показники добору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання у закладі загальної середньої освіти [251].

Критерій 1. Форми подання навчального матеріалу та мультимедійність [251]:

– безкоштовність використання;

– одночасне подання інформації в різних формах (текстової, графічної, аудіо та відео, мультимедійної);

– наявність спеціалізованого інструментарію для проведення уроків природничо-математичного циклу (проведення експериментів, наявність лабораторій, використання формул та спеціальної символіки) [251];

– врахування індивідуальних особливостей сприйняття учня;

– можливість конвертування інформації з однієї форми в іншу;

– підвищення ступеня наочності (зокрема, за рахунок використання доповненої реальності);

– реалістичне представлення об’єктів і явищ.

Критерій 2. Структура представлення інформації [251]:

– компактне розміщення великих обсягів інформації за рахунок різних

рівнів вкладеності навчального матеріалу;

– наявність інструментарію для упорядкування дидактичних матеріалів;

– встановлення матеріально виражених логічних взаємозв'язків між інформаційними одиницями (система міжпредметних зв'язків) [251];

– можливість організації навчання усіх учнів класу одночасно;

– можливість організації одночасного навчання декількох класів на паралелі;

– зручність навігації по замовчуванню (наприклад, інтерактивний зміст);

– можливість додавання контекстних підказок чи зауважень.

Критерій 3. Взаємодія з навчальним контентом [251]:

– створення інструментів і сервісів для роботи з навчальною інформацією (виділення фрагментів тексту маркерами, створення закладок і нотаток, додавання окремих елементів в зміст і т.д.) [251];

– швидкий та логічний пошук за змістом;

– інтерактивне моделювання процесів і явищ;

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

– наявність інструментарію для оцінювання навчальних досягнень учнів;

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

– наявність сервісів для комунікації між учасниками освітнього процесу.

Критерій 4. Варіативність змісту навчального матеріалу [251]:

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

– наявність різноманітного інструментарію для організації навчання більшості шкільних предметів;

– використання різних сполучень взаємопов'язаних фрагментів змісту представлених в різних формах (текстової, графічної, звукової, мультимедійної) з метою всебічного охоплення досліджуваного матеріалу [251];

– реалізація різнорівневої диференціації навчання;

– реалізація принципу варіативності.

В якості мети для створення методичної системи підготовки виступає: удосконалення підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. В якості хмаро орієнтованої системи виступатиме платформа відкритої науки (з окремим інструментарієм), зокрема передбачено застосування її компонентів в освітньому процесі, а також окремі хмарні сервіси [228]. Цьому сприятиме ширший доступ до інструментарію Європейської хмари відкритої науки та підвищення рівня науковості організації навчання у науковому ліцеї.

Хмаро орієнтована методична система підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї містить [228]: методику використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика, скорочено – відкрита наука в ЗЗСО); методику використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика, скорочено – відкрита наука в ліцеї); методику використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика, скорочено – відкрита наука з EOSC).

Цільовий компонент: підвищити рівень компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Змістовий складник методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї спрямований на формування ІКТ компетентності та компетентності з відкритої науки вчителів та учнів щодо використання хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем на кожному етапі наукового дослідження та в навчальному процесі [228]. Він містить низку модулів та тем присвячених навчанню використанню сервісів для організації експериментальних наробок учнів, привнесення наукової складової у навчальний процес наукового ліцею.

Методи навчання, що застосовуються у хмаро орієнтованій методичній

системі: словесні (відео-лекції, текстові чати, онлайн-бесіди); наочні (відео-інструктаж, тренінг, семінар-тренінг); практичні (практичні роботи, групове виконання завдань) [228].

Форми навчання: лекції; практичні роботи; групова робота; самостійна робота; тренінгові заняття; робота у дослідницьких мережних проектах; пояснення і індивідуальні консультації, контрольна перевірка, дистанційні курси. Основний акцент стосується організації роботи в групах, оскільки дана форма навчання є ключовою для організації проектної діяльності [228].

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

Результативний компонент [228]: Підвищення рівня компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

4.2 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика)

Цільовий компонент. Мета використання полягає у забезпеченні професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти до роботи в наукових ліцеях, розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки. Цільовою групою є вчителі природничо-математичних предметів закладів загальної середньої освіти [133].

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

Технологічний компонент. Методи навчання: практичний; проблемне викладання; дослідницький; частково-пошуковий; проблемно-пошуковий;

пояснювально-ілюстративний. Форми навчання: лекції, самостійні, комп'ютерний практикум, навчальні й тренінгові заняття; семінари-практикуми, вебінари, пояснення, індивідуальні консультації, дистанційні курси. Засоби навчання*:* інструментарій (окремі хмарні сервіси відкритої науки) та платформа (або система) для організації та проведення дистанційних курсів (наприклад, Moodle або Google Classroom). Вимоги до апаратно програмного забезпечення на комп'ютері користувача: робоче місце має бути обладнане комп'ютером (ноутбуком, нетбуком, планшетом), можливо використовувати смартфон. Обов'язкова умова: під'єднання до мережі Інтернет (дротове, мобільне або через Wi-Fi).

Результативний компонент [133]*:* розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки для підтримування навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема його науковості, підвищення рівня ІКТ-компетентності, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

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

С. В. Каплун в своєму дослідженні [324] аналізує зміст поняття «змішане навчання» та описує можливі сценарії його реалізації вчителем (для цього науковець наводить класифікацію моделей змішаного навчання). На кафедрі методики природничо-математичної освіти Харківської академії неперервної освіти до змісту курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін включено вивчення специфіки змішаного навчання та його особливості.

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

Ознаки військового стану та його правове підґрунтя досліджено С. В. Васильєвим та С. А. Маляром [152]. Дане дослідження можна використати в контексті впливу військового стану як на освіту в цілому так і виключно на ЗЗСО.

Напрями цифровізації ЗЗСО, сутність і специфіку цифрової компетентності педагогів в умовах дистанційного навчання було досліджено С. В. Толочко [312].

Особливості організації змішаного навчання з використання цифрових технологій було досліджено в роботі [154]. Для поточного дослідження буде корисним огляд та виокремлення відмінностей між синхронним та асинхронним режимами роботи в ЗЗСО.

Під час планування та організації навчального процесу у ЗЗСО під час військового стану процесу слід враховувати специфічні особливості кожної конкретної області. Це можуть бути наступні умови: наближеність до окупованих територій; кількість співробітників ЗЗСО які перебувають в Україні (а які за кордоном); наявність в учителів пристроїв для організації навчального процесу засобами цифрових технологій та постійного Інтернет-з'єднання; наявність в учнів пристроїв для організації навчального процесу засобами

цифрових технологій та постійного Інтернет-з'єднання.

Тому оптимальним варіантом організації буде один з режимів дистанційного навчання: синхронний, асинхронний чи біхронний [202]. При цьому слід зазначити, що *синхронний режим* роботи можливий лише в певних регіонах України, оскільки передбачає одночасне підключення усіх учасників навчального процесу в реальному часі. Численні повітряні тривоги унеможливлюють класичний навчальний процес в синхронному режимі роботи, оскільки будуть вимушені перерви не час оголошення повітряної тривоги. В даному випадку можливі декілька сценаріїв.

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

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

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

Відмінність *біхронного режиму* роботи [202] полягає лише в тому, що учні по можливості, мають змогу підключитись до заздалегідь запланованої події в реальному часі. Тобто усі основні умови організації асинхронного режиму зберігаються, але до них можна включити можливість проведення занять в режимі реального часу (наприклад консультації з окремої теми, як

індивідуальні так і групові). Можливо, слід розглянути відеозапис консультацій які проводить вчитель з можливістю їх подальшого збереження на платформі як додаткового навчального матеріалу.

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

Згідно проведеного дослідження Центру інноваційної освіти «Про.Світ» в 2020 р., однією з найпоширеніших проблем у реалізації дистанційного навчання є те, що не всі учні виходять на зв'язок (роблять домашні завдання, беруть участь в онлайн-уроках тощо) [168]. Слід зазначити, що після 24 лютого 2022 р. дана проблема тільки загострилась, оскільки враховуючи численні фактори (фізичне розміщення учнів, територіальна віддаленість, відсутність пристроїв для організації дистанційного навчання чи обмеженість трафіку інтернет-з'єднання) не всі учні мають можливість підключитись синхронно до онлайн-уроків [250]. Тобто існує досить велика кількість учнів, які не встигають в опануванні навчального матеріалу в межах навчальної програми. Вирішенням даної проблеми може бути організація індивідуальних консультацій та організації індивідуальної роботи з учнями, що з певних причин [250] не можуть працювати в синхронному режимі роботи.

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

При цьому під хмарними сервісами загального призначення визначаються ті, що не мають вузької предметної спрямованості (в межах шкільних предметів чи наукових галузей), а в першу чергу зорієнтовані на організації спільної роботи вчителя та учня, роботі з таблицями, текстовими файлами, представленні результатів спільної роботи. Це сервіси, що спрямовані

на поданні навчального матеріалу в різних комбінаціях та форматах: текстовому, відео, аудіо, графічному.

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

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

Розглянемо основні особливості організації індивідуальної роботи з учнями за основними структурними елементами уроку [273].

Вступна частина мало чим буде відрізнятись від вступної частини під час очного навчання. Зрозуміло, що дистанційне навчання передбачає можливості добору цікавих відео чи пізнавального інтерактивного матеріалу, що заохотить до вивчення нової теми. Але, одним з ключових моментів може бути акцент на тому, чи буде нова тема в подальшому використана принаймні на ЗНО, наскільки глибоко вона має бути вивчена та в яких завданнях ЗНО найчастіше використовується. Вчитель може зосередити увагу учня, що ця тема буде зустрічатись ще в наступних класах та на її основі базуються ще більш цікаві

поняття та модулі (навести конкретні приклади). При цьому можна торкнутись тих дисциплін ЗВО, в яких ця тема може бути використана, або навести практичне застосування теоретичного матеріалу в повсякденному житті.

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

Вивчення нового матеріалу має супроводжуватись тезисними записами в спільному документі основних правил, законів, формул чи теорем. Це краще робити тому, хто швидше набирає текст (вчитель чи учень під диктовку

вчителя). Як варіант – копіювати основні тези з електронного підручника та вносити основні правки (якщо на думку вчителя вони будуть більш доречні). Для економії часу краще стандартні графіки, таблиці та формули копіювати з інтернету. Вчитель це може зробити в два кліка використавши пошукову систему та скопіювавши рисунок. Це збагатить конспект уроку та заощадить час. Звичайно, можна користуватись стандартною заготовкою навчального матеріалу, однак за потребою, певні моменти все ж доведеться уточнювати, оскільки це в першу чергу індивідуальна робота з учнем. В процесі викладання навчального матеріалу окремі моменти можуть бути не зрозумілі, оскільки доводиться враховувати індивідуальне сприйняття матеріалу учнем.

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

Домашнє завдання вчитель може записати в спільний файл копіюючи посилання на додаткові ресурси, або в текстовий чат. Взагалі в текстовий чат

можна копіювати основні посилання, додаткові джерела, щоб розширити та поглибити навчальний матеріал. При цьому варто пам'ятати, що в даний момент триває запис індивідуального заняття. Тому важливо не просто задати номер вказавши сторінку (чи посилання на завдання), але й пояснити в якому вигляді слід оформити виконані завдання. Передбачається, що учень потім буде опрацьовувати записане відео, тому слід чітко вказати які строки виконання завдання, як краще це зробити (надіслати фото чи оформити з використанням інструментарію спеціалізованого хмарного сервісу). Краще, по можливості, заохочувати учнів виконувати завдання за допомогою хмарного сервісу, оскільки це підвищує їх цифрову компетентність та активізує спільну роботу на уроці. Якщо вчитель задає специфічні завдання чи завдання підвищеної складності, буде доречним вказати на це та запропонувати учневі повторити окремий блок теорії, скористатись формулами чи теоремами. Якщо завдання дуже специфічне, а час на коротке обговорення домашнього завдання є, то краще попросити учня зачитати завдання. Після цього слід обговорити зміст поставленого завдання та як учень зрозумів, що від нього вимагають. Більшість проблем виникає саме через недостатнє розуміння саме змісту завдань або через складність на початку розв'язання. При цьому слід закцентувати увагу учня на тих моментах, що він в змозі зробити одразу (побудувати рисунок, провести аналіз, записати коротку умову). Треба пояснити, що він має спробувати виконати дане завдання, а вчитель в свою чергу хоче побачити або конкретний розв'язок, або етап на якому виникли труднощі. Слід пояснити, що в учня має бути принаймні ідея розв'язку завдання, можливо не до кінця реалізована, але зрозуміла. При цьому, учень не має боятись робити помилки. Краще пояснити, що помилки – це теж один з етапів навчання. І для вчителя цінно бачити як правильний результат виконання завдання так і помилки, що були допущені в процесі його реалізації.

Закінчення уроку передбачає підведення підсумків роботи учня, його активності, виставленні оцінки. Можна ще раз підкреслити, що саме з теоретичного матеріалу є ключовим, що вчитель обов'язково запитає, що слід

вивчити напам’ять. При цьому слід нагадати про завдання, в яких було допущено помилки в попередній темі, що їх слід доопрацювати.

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

Якщо в ЗЗСО розгорнута система управління курсами Moodle, то наявного інструментарію буде достатньо задля повноцінної організації дистанційного навчання учнів за індивідуальною формою навчання. Але, в даному випадку слід створити окремий курс для учнів, що навчаються за індивідуальною формою навчання. Подібна організація зумовлена тим, що учні, які не можуть бути присутніми на очних заняттях, потребують додаткових навчальних матеріалів та літератури. Наприклад, відеозапис уроку (який вчитель попередньо записує в класі). Чи додаткова література з теми, що дозволить поглибити знання з попередніх, базових тем. Альтернативою системи управління курсами Moodle можна розглянути інтерактивну платформу Google Клас. Використання Moodle чи Google Клас є особливо актуальним, коли заздалегідь наявне наповнення більшості дисциплін в запропонованих сервісах та передбачено лише внесення додаткових ресурсів задля повноцінної організації дистанційного навчання учнів за індивідуальною формою навчання. Організувати дистанційне навчання можна і з використанням Microsoft Office 365. Однак також за умови попереднього розгортання та наповненням навчальними матеріалами предметів.

Однак лише системи управління курсами буде замало. Задля корекції отриманих знань, консультації краще проводити в онлайн режимі (в режимі реального часу). Якщо мова йде про використання Google Класу, то дана форма

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

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

Карантинні обмеження в 2022 р. продовжують впливати на всі ланки освіти, оскільки дистанційне та змішане навчання набуло широкого впровадження в закладах освіти України. Дослідження останніх років [149] показують, що вчителі успішно опанували сервіси відеоконференцій, інтерактивні дошки, месенджери та продовжують адаптувати хмарні сервіси до викликів, що постають перед освітою. Однак, дослідження науковців мають бути спрямовані на пропозиції альтернативних хмарних сервісів, як для загального використання, так і спеціалізованих (орієнтованих на окремі навчальні предмети) [239].

В дослідженні [253], спираючись на роботи українських дослідників, представлено визначення поняття [239] «хмаро орієнтована методична система»: «це система методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального і наукового призначення, об’єднаних у єдине ціле на основі системо утворювальних чинників, якими постають хмаро орієнтований підхід, а також єдність змісту навчання за обраними методиками [253]».

До складу даних компонентів навчального призначення вчитель може включити як окремі хмарні сервіси так і їх певні інструменти. Для прикладу буде представлено елементи роботи з хмарними сервісами Google Документи та Lightshot (при одночасному використанні). Запропоновані хмарні сервіси не об’єднані в межах однієї платформи, однак можуть бути компонентами однієї з методик використання хмарних сервісів [239].

Google Документи можна вдало використовувати для синхронного режиму роботи вчителя з групою учнів. Інтерактивна дошка Google Jamboard стала досить розповсюдженим інструментом для проведення уроків онлайн. Однак вона має безліч недоліків. Одним з основних є те, що записи виконані вчителем суттєво відрізняються від тих, які виконують під час аудиторної форми навчання вчитель та учні. Наприклад, формули написані в Google Jamboard суттєво відрізняються від надрукованих [239]. Альтернативним варіантом є використання Google Документів під час дистанційного навчання.

Планування уроку з використанням Google Документів складається з наступних етапів [239]:

1. Створення та попередня підготовка документу. Даний етап полягає в створенні файлу засобами Google Документів та добір системи завдань. В даному випадку в хмарному сервісі Google Документи наявний повноцінний інструментарій для подання формул, текстового та ілюстративного навчального матеріалу [239].

2. Подача навчального матеріалу. Якщо вчитель попередньо підготував весь потрібний матеріал, то даний етап буде досить простим. Краще, щоб окремі завдання (принаймні їх умова) були вже перенесені в файл. Під час уроку рекомендується лише уточнювати та дописувати ті моменти, що були мало розкриті чи призвели до додаткових запитань учнів [239].

3. Тренувальні завдання. Цей етап передбачає, що умови завдань вже будуть внесені до конспекту уроку. Оскільки Google Документи – це хмарний сервіс, тож учні зможуть в режимі реального часу самостійно (під контролем вчителя) заповнювати розв’язок тих чи інших завдань [239].

4. Оцінювання виконаних завдань. Оцінювання можна організувати не лише як усні зауваження та коментарі до роботи учнів, але й у формі окремих коментарів до того чи іншого завдання, конкретизуючи певне місце в Google документі [239].

5. Рефлексія. Оскільки Google Документи містять в собі декілька режимів роботи, тож можна під час уроку, щоб учні залишали побажання та питання прямо в конспекті уроку. Наприкінці можна озвучити всі ці коментарі (з групового чату) чи окремі питання, що залишили учні під час проведення уроку [239].

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

можливо лише з використанням раціонального планування [239].

Використання Google Документів можна вдало використати як один з шляхів встановлення міжпредметних зв'язків (наприклад математики та інформатики). Як одним з результатів виступатиме розвиток цифрової компетентності як вчителя так і учнів [239] (це пояснюється тим, що для форматування файлу потрібні додаткові вміння та навички роботи з формулами, зображеннями, таблицями).

Значно спростить підготовку до уроку з використанням Google Документів вставка вже готових ілюстрацій, схем з шкільних підручників. Хмарний сервіс Lightshot допоможе вчителю без залучення сторонніх програмних засобів створити скріншот та одразу розмістити його в Google документі. Lightshot має інструментарій за допомогою якого вчитель може зробити скріншот лише частини вікна чи свого екрану при цьому одразу ж виділивши ключовий момент рисунку за допомогою рамки та стрілок. Такий принци роботи дозволить вставляти в конспект цілі блоки формул чи ілюстрації. При цьому одержаний рисунок можна одразу вбудувати в файл чи зберегти в хмарному сховищі запропонованому цим сервісом [239]. Звичайно наявна функція збереження на пристрій. Рисунок, який вчитель завантажить до хмарного сховища можна надіслати учням за допомогою автоматично згенерованого посилання. Даний хмарний сервіс значно спростить процес підготовки до уроку та заощадить час.

Тобто, для організації уроку з використанням Google Документів та Lightshot вчителю достатньо організувати відеозв'язок з учнями класу (з використанням будь-якої програми відеоконференцій), ввімкнути демонстрацію екрану та перейти в файл Google Документу. Завдяки цим діям учні будуть бачити все, що їм демонструє вчитель завдяки відеотрансляції та синхронній роботі в спільному файлі в режимі реального часу. При цьому учні є активними учасниками навчального процесу виконуючи завдання, залишаючи коментарі та надаючи відповіді на запитання. Якщо вчитель розуміє, що навчального матеріалу недостатньо для повного розуміння нових понять, то в

будь-який час, можна скористатись пошуковою системою Google та додати в режимі реального часу додаткові схеми, формули чи таблиці. З використанням хмарного сервісу Lightshot в декілька кліків можна додати новий рисунок та вдосконалити його підкресливши головне [239].

Здобуття якісної освіти можливе не лише під час аудиторного навчання [303]. Якісне планування навчального процесу, дозоване та методично обґрунтоване використання хмарних сервісів значного полегшить процес подальшого поширення дистанційної та змішаної форм навчання. Поєднання різних форм навчання може вирішити проблеми: доступності та інклюзивності навчального процесу, гнучкості для окремих учнів, побудови індивідуальної траєкторії навчання [239].

З 2019 р. розпочато експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї». Дослідно-експериментальна робота проводиться на базі 6 закладів вищої освіти, одним з яких є Криворізький державний педагогічний університет. Авторський курс підвищення кваліфікації вчителів математики «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи» є експериментальним впровадженням моделі хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї (на базовому рівні) у навчальний процес Криворізького державного педагогічного університету (Додаток Б).

4.3 Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика)

До переліку сервісів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї відносяться в якості окремої частини хмарні сервіси Європейської хмари відкритої науки. Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї є одним з

компонентів методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Європейська хмара відкритої науки – це хмара, яка поєднує в своїй структурі окремі хмарні сервіси для подальшого використання науковцями в процесі виконання досліджень. Це ініціатива Європейської комісії, спрямована на розвиток інфраструктури, яка надає своїм користувачам послуги, що сприяють відкритій науковій практиці. Окрім відкрито орієнтованої на науку, передбачена інфраструктура будується шляхом об'єднання послуг, що надаються декількома постачальниками згідно системного підходу. Європейська хмара відкритої науки – це надійний цифровий майданчик для наукового співтовариства, що забезпечує безперебійний доступ до даних та сумісних служб, що стосуються всього циклу даних досліджень, від відкриття та розробки до зберігання, управління, аналізу та повторного використання через галузі науки. Основна мета – підтримування ідей відкритої науки задля подальшого використання. Оскільки Європейська хмара відкритої науки зорієнтована загалом на науковців, задля використання її інструментарію в навчальному процесі необхідна методика використання хмарних сервісів для підвищення кваліфікації вчителів до роботи в наукових ліцеях. В подальшому, вчителі зможуть методично виважено використати окремі сервіси в навчальному процесі [133].

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

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

Змістовий компонент [133]*:* Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ. Сервіси спільної роботи над навчальними проектами, а також спільного опрацювання даних у процесі роботи над

проектом. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки.

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

Результативний компонент [133]*:* розширення доступу до безкоштовних хмарних сервісів для підтримування навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема, його науковості, підвищення рівня ІКТ компетентності.

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

впровадження змістового модуля в курси підвищення кваліфікації з поглиблення базових знань з дистанційного та змішаного навчання.

Для сучасного покоління учнів освітній процес з використанням засобів доповненої та віртуальної реальності є більш зрозумілим. Такі засоби є мотивуючими для учнів при оволодінні новими знаннями, дозволяють вчителю організувати навчальний процес, при потребі коригувати цей процес та слідкувати за успішністю кожного учня [80]. Крім того, використання засобів доповненої та віртуальної реальності дозволяє відслідковувати характер помилок учня, та автоматично визначає тип потрібної допомоги. Тобто навчальне середовище адаптується до рівня знань учня, його потреб, набутих знань, досвіду та швидкості сприйняття нового матеріалу [272]. Учні повинні мати достатні уявлення про можливості управління навчанням у віртуальному освітньому середовищі. Вчителі разом з учнями, в цьому разі, зможуть (відповідно до наявного інструментарію) спільно визначити послідовність та темпи вивчення навчального матеріалу.

О. Р. Олексюк розглянула застосування технології доповненої реальності в освітній галузі. В дослідженні [272] розкрито зміст поняття доповнена реальність та розглянуто переваги використання доповненої реальності в освітньому процесі. Дослідниця О. Р. Олексюк аналізує використання окремих додатків для різних вікових груп учнів та наводить приклади застосування додатків в навчальному процесі окремих дисциплін.

Спільнота науковців О. В. Сироватський, С. О. Семеріков, Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало та С. О. Зелінська виконали історико-технологічний аналіз досвіду застосування засобів доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів; в своєму дослідженні [123] охарактеризували програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності навчального призначення. Напрями застосування доповненої реальності описані в праці О. В. Сироватський, С. О. Семеріков, Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало та С. О. Зелінська [123] слід взяти до уваги, оскільки вони є загальними і для закладів загальної середньої освіти.

В. В. Ткачук, Ю. В. Єчкало, А. С. Тарадуда та І. П. Стеблівець в дослідженні [126] теоретично обґрунтовано доцільність використання доповненої реальності як засобу дистанційного навчання в умовах карантину. Науковцями виокремлено засіб візуалізації лабораторного обладнання, а саме мобільний додаток Electricity AR. В [126] праці розроблено елементи методики використання мобільного додатку Electricity AR у процесі виконання лабораторних робіт. Оскільки доповнена реальність в даній праці розглянута в процесі дистанційного навчання, то подальші дослідження слід спрямувати на доцільність використання засобів доповненої реальності у процесі змішаного навчання. Зокрема ідея використання засобів доповненої та віртуальної реальності у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти практично недосліджена. Як показує аналіз останніх джерел та публікацій дана проблема розглянута з точки зору вищої освіти, у процесі навчання студентів та підготовки спеціалістів до професійної діяльності.

Згідно дослідження [80] віртуальна реальність (VR) – це штучно створене середовище, до якого можна отримати доступ з використанням спеціальних технічних пристроїв. Специфічною властивість віртуальної реальності вважають максимальний вплив на більшість органів чуття: дотик, зір, нюх та слух [59].

Доповнена реальність (доповнена реальність, AR) – це штучне доповнення реального середовища додатковою інформацією (зображення, аудіо тощо) з постійним зв’язком реального оточення користувача. Це ключова характеристика на відміну від віртуальної реальності, яка не підтримує зв’язок з реальним оточенням. З іншого боку цифрова технологія доповнює реальне оточення користувача, в той час, як віртуальна реальність намагається повністю перенести користувача в штучно створене середовище [59].

Науковці І. Мельник, Н. Задерей та Г. Нефодова в своєму дослідженні [80] окремим пунктом досліджують поєднану реальність (MR) яка об’єднує в собі доповнену та віртуальну реальність з фізичним оточенням. В такій реальності межі між цими поняттями стираються [59].

Активне використання віртуальної VR та доповненої AR реальність у різних сферах утворює єдину реальність (змішана реальність, MR), при якій межі стираються між доповненим, віртуальним та фізичним світами. До такого висновку дійшли експерти-дослідники EricssonConsumerLab, вивчивши вплив технологій AR та VR щодо звичок та уподобань користувачів [59].

Майбутнє фізичного реального світу буде сформовано використовуючи змішана реальність MR, засновану на доповненій (AR) та віртуальній реальності (VR) [80].

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

MEL Chemistry VR (https://play.google.com/store/apps/details?id =com.melscience.melchemistryvr&hl=ru&gl=US) це курс уроків хімії у віртуальній реальності, що відповідає окремим темам шкільної програми, де віртуальна реальність перетворює навчання в захоплюючий процес пізнання основ хімії, використовуючи наукові гри і метод занурення. Уроки доступні лише англійською мовою[59].

Щоб охопити всі основні теми, додаток на даний момент містить 28 уроків і тестів VR [59]:

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

Атоми в твердих тілах і газах. Демонстрація, як атоми розташовані в звичайних олівцях і надувних кульках. Показано, що атоми в твердих тілах не залишаються нерухомими, а знаходяться в русі. Спостереження як поводяться атоми всередині газоподібного гелію. Проілюстровано що відбувається з атомами при збільшенні температури [59].

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

Проілюстроване реальне розташування атомів в молекулі і зв’язки між ними.

Інтерактивна таблиця Менделєєва. Показано як влаштована таблиця Менделєєва. Чому елементи розташовані саме в такому порядку, яку інформацію можна дізнатися з розташування елемента в періодичній таблиці. Вибравши будь-який елемент користувач зможе дослідити будову його атома і електронну конфігурацію [59].

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

Anatomyou VR – це навчальний мобільний додаток, який представляє анатомію користувачеві з іншої точки зору (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stereoinmotion.anatomyou&hl=ru&gl=US) [59].

Використовуючи віртуальну реальність, користувач стає частиною однієї з анатомічних структур (спостерігаючи зсередини за процесами), маючи можливість орієнтуватися вздовж цих структур: кровоносної, дихальної, травної, сечової, слізної та репродуктивної системи [59].

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

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

У режимі віртуальної реальності мобільний пристрій (смартфон) потрібно вставити в гаджет віртуальної реальності, щоб опанувати певний навчальний матеріал. Користувач може взаємодіяти з елементами керування навігацією та анатомічними інформаційними елементами (обираючи один з них) [59].

Незважаючи на те, що Anatomyou VR забезпечує найкращий досвід роботи у режимі віртуальної реальності, користувач також може насолоджуватися та вчитися за допомогою цього мобільного додатка у повноекранному режимі без потреб гаджета віртуальної реальності [59].

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

В Google Експедиції вчитель стає гідом, який відправляється з класом або групою в відеотур або показує об’єкти доповненої реальності. При цьому він може використовувати спеціальні інструменти для детального вивчення окремих предметів [59].

Щоб зануритися у віртуальну або доповнену реальність, необов’язково бути частиною групи, користувачі можуть робити це і самостійно [59].

Додаток містить наступні функції [59]:

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

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

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

– Підключення власного пристрою до тієї ж мережі Wi-Fi, що і група. Якщо гід скачав експедицію, для участі в ній підключення до Інтернету не потрібно [59].

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

EON-XR – це додаток, що підтримує доповнену чи віртуальну реальність, оснащений функціями для дистанційного навчання та тренувань у практичному середовищі

(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eonreality.eoncreatoravr&hl=sv).

Уроки та тренінги можна проводити в режимах AR або VR як самостійно, так і в групах, забезпечуючи усі вимоги для вчителів, учнів чи групи учнів [59].

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

Основні характеристики сервісу [59]:

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

– Збір вчителя та учнів для віртуальної взаємодії з уроком у безпечному віртуальному просторі [59];

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

– Вбудова асинхронного відео разом із 3D-моделями та середовищами на 360°, щоб забезпечити самостійне навчання в будь-який час та в будь-якому місці [59];

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

Наявний наступний інструментарій [59]:

– Доступність декількох регіонів для зустрічі EON-XR

– Функція списку відтворення

– Функція оцінки учнів

– Створення уроків Express 360

– Загальна оптимізація, зокрема режиму відтворення.

Методичні рекомендації використання доповненої та віртуальної реальності у процесі змішаного навчання

Змішане навчання – це рішення для освіти в епоху революцій та ідеальна навчальна модель для експериментів з AI, VR та AR. Суб'єкти освітнього

процесу пристосовуються до нової норми дистанційної освіти та труднощів, які з цим виникають, але це також величезна можливість дослідити інтерактивні технології, що ідеально підходять для віртуального навчання. Сучасні викладачі досліджують та експериментують із способами включення цих технологій у практику, яка збагачує освітній досвід для всіх учасників [59].

Доповнена реальність – це невід'ємна частина майбутнього освітнього процесу, що характеризується поєднанням віртуальних технології з реальними світом. Технології AR дають можливість пояснити абстрактні поняття, певні теорії або те, що не можна чітко представити. Однією з характерних особливостей є перетворення 2D-зображення в 3D, щоб вони виглядали реалістично та покращення існуючого середовища за допомогою анімації та звуків [59]. Ефективність такого формату навчання доведено: учні набагато швидше сприймають та краще запам'ятовують візуальні образи. Використання саме таких інтерактивних технологій на уроках підвищує мотивацію до навчання.

Відзначається [16], що серед найбільш перспективних елементів цієї технології – простота її використання та безперервна інтеграція до навчальної програми кожного вчителя. Викладачі можуть просто вставити QR-коди у свої навчальні матеріали (наприклад, слайди PowerPoint, LMS або роздатковий матеріал), щоб надати учням миттєвий доступ. Потім слухачі можуть сканувати код за допомогою своїх телефонів або планшетів, щоб оживити AR-досвід у власних будинках або переглянути інтерактивну 3D-модель зі свого робочого столу, ноутбука чи Chromebook. Не потрібно дорого обладнання, як гарнітури, а також складне програмне забезпечення чи програми [59].

За допомогою доповненої реальності можна розширити можливості навчання з будь-яких предметів шкільної програми. Також вчитель може запропонувати продовження вивченого матеріалу самостійно за допомогою інтерактивного домашнього завдання [59].

Якщо окреслити можливі шляхи використання доповненої чи віртуальної реальності в змішаному навчанні, то слід зазначити [59]:

1. Візуалізація навчального матеріалу та урізноманітнення навчального процесу. Абстрактні теми та поняття станіть більш цікавими та зрозумілими. Особливо якщо ця частина матеріалу відведена на дистанційну чи самостійну роботу. Адже більшість помилок учні допускають, коли не до кінця їм зрозумілі всі властивості об'єкта чи предмета, що вивчають на даний момент. Плоске зображення не можна тримати в руках чи розглянути з усіх боків. Ширші можливості для опанування складних тем відкривають засоби доповненої та віртуальної реальності [59].

2. Організація групової чи проектної роботи. При цьому це буде не формалізований розподіл на групи чи мікрогрупи учнів класу, але повноцінна командна робота. В даному випадку результат виконання певних завдань залежить від кожного учасника. А вчитель виступає в ролі тьютора, наставника та керівника команди (очільника) та є повноцінним членом групи учнів [59].

3. Використання найсучасніших технологій. Технології доповненої та віртуальної реальності слід використовувати в тих випадках де зрозуміти навчальний матеріал найскладніше. При цьому заздалегідь слід організувати усі можливості їх використання. Навчальний матеріал має бути доступний кожному учневі, безкоштовним та зрозумілим. Використання додатків швидким та організованим для кожного учня класу [59].

4. Додаткові засоби оцінювання навчальних досягнень. Самостійну роботу, контрольну чи тестове завдання можна організувати з використанням доповненої чи віртуальної реальності (наприклад у вигляді квесту чи виконання завдань в ігровій формі). Подібний формат є новим цікавим та заохочує до пізнання додаткових фактів, більш глибокого опанування теми навчального предмету [59].

По мірі впровадження цих та інших форм нових технологій в освіту, змішані варіанти навчання будуть продовжувати розширюватися, призводячи до формування класу майбутнього [59]. І це переконливо, оскільки новітні технології мають потенціал збагатити освіту.

Отже, в умовах цифрової трансформації освіти України застосування

цифрових технологій в освітньому процесі відкриває широкі перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. А орієнтація закладів освіти на сучасні освітні тренди сприятиме підвищенню мотивації учнів та студентів до навчання, зокрема, розвитку їх цифрової та дослідницької компетентності [59].

Технології віртуальної, доповненої та змішаної реальності мають великий спектр впливу на сприйняття людиною оточуючого світу, зокрема, використання зазначених вище технологій значно збагатить освітній процес, вони сприятимуть формуванню в учнів та студентів цифрової та дослідницької компетентності [59].

Використання технологій доповненої та віртуальної реальності надає учням нові можливості і перспективи, орієнтовані на здобуття практичних навичок, сприяє розвитку та самоосвіті кожного учня, надає їм можливість отримати найновіші знання, практичне навчання для подальшої професійної діяльності. Застосування технологій AR та VR наближає науку до життя, відтворює реальні життєві ситуації, допомагає створити штучно простори для невирішених проблем. Це створює нові можливості для оволодіння практичними навичками, надає досвід досліджень, робить вивчення яскравим процесом, унеможливлює відволікання від навчання та підвищує мотивацію до навчання, допомагає краще зрозуміти комплекс поняття, визначення, теореми, властивості, які мають учні під час засвоєння окремих тем [59].

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

Можливі шляхи використання доповненої реальності [59]:

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

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

Ще до вивчення інформатичних дисциплін навчання основ програмування можливе безпосередньо в рамках інших дисциплін, зокрема це

стосується методів та концепцій, що використовуються на практиці. Можна розглянути як один з шляхів інтегрування практичних вправ з програмування в інші предмети, що зорієнтовані скоріше на концептуальному рівні, ніж на чистому програмуванні, так що учні пізнають глибше конкретні обчислювальні методи та концепції. Бажано, щоб у процес навчання інформатичних дисциплін одне з провідних місць було відведено груповій роботі учнів зі спільним завданням, що дозволить учням вчитися одне на одному та один з одним. Що стосується колективної структури, то загальнодоступність є ключовим принципом для навчання в сучасному закладі загальної середньої освіти. Адже загальнодоступність є одним з принципів відкритої освіти та відкритої науки, що наразі широко впроваджується у вищу освіту України. Спільна робота над однією задачею створить атмосферу, в якій спільне навчання є невід'ємною складовою повсякденної практики в навчальному середовищі [81].

Крім того учні, науковці та вчителі є суб'єктами одного інформаційного середовища ЗЗСО, які є рівноправними членами спільноти (користувачі), що розвивається, без певної ієрархічної структури. Однак, на практиці, у сучасних ЗЗСО існує чітка формальна ієрархія. Тому питання взаємозв'язків між користувачами інформаційного середовища постає досить гостро [81]. Оскільки насправді різниця між вчителями та учнями є досить однозначною, управління в цифровому середовищі пов'язане зі структурною ієрархією. Вчителям потрібно не лише викладати зміст дисципліни. Їх завдання також підтримувати існуючу конфігурацію інформаційного середовища (принаймні змістово), що змінюється, а також консультувати учнів у разі виникнення технічних проблем. Однак слід зазначити, що в цифровому середовищі взаємозв'язки об'єднують усіх користувачів: учнів, вчителів та науковців [74].

Прослідковуються також дві проблеми в міждисциплінарних зв'язках. По-перше, учні що вивчають на профільному рівні соціальні та природничі науки важче сприймають матеріал, що стосується інформаційної грамотності та мають певні труднощі з виконання завдань обчислювального характеру. Учні що вивчають на профільному рівні гуманітарні науки часто демонструють

певну дистанцію щодо сприйняття обчислювальних підходів загалом [81]. По-друге, різноманітність обчислювальних систем, методів та концепцій ускладнює прозорість, порівняння, відтворюваність та передачу досягнутих результатів. Більше того, враховуючи таке розмаїття сервісів для обчислення, практично неможливо розробити єдині методичні стандарти викладання. Тому потрібні не лише курси підвищення кваліфікації для вчителів щодо вивчення інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), а й необхідно інтегрувати навчальні комп'ютерні системи та системи для проведення досліджень (спеціалізовані, для науковців). Цей підхід допоможе посилити наукову складову підготовки учнів не лише гуманітарного профілю, але й технічного профілю. Крім того, такий інтегруючий механізм повинен сприяти розвитку спільноти учнів та науковців в межах єдиного інформаційного простору. Єдине цифрове середовище відповідає поставленим завданням і пропонує такі інтегруючі інструменти [81].

Наука – це спільна діяльність за визначенням. Дослідження, як правило, проводяться кількома вченими, що працюють разом, і ця ідея постійно підтверджується в останні роки. Більше того, експерименти все частіше проводяться в хмарних сервісах чи з використанням хмарних платформ, що передбачає використання належних інструментів підтримки експериментальної діяльності. Системи управління робочими процесами та інструменти на основі сценаріїв є популярними способами проведення експериментів, але ці інструменти не завжди підтримують ідею співпраці групи науковців. Навіть рішення, спрямовані на спільні експерименти, не завжди відповідають потребам користувачів. Інструментарій хмарних сервісів часто зосереджений на виконанні обчислень і співпраці в межах одного середовища приділяється недостатньо уваги [81]. Якщо ж в межах хмаро орієнтованого середовища наявна функція управління робочим чи навчальним процесом, то групова робота розглянута недостатньо, в рамках вирішення конкретної педагогічної проблеми. Тому дослідження було спрямоване в першу чергу на аналіз доступного інструментарію, що спрямований на виконання групових завдань

учнями, спільними дослідженнями та відкритого доступу до результатів досліджень. Проведення експерименту групою учнів, науковців, вчителів наукових ліцеїв це скоріше виклик сьогодення. Є нагальна потреба визначити кожен аспект співпраці групи учнів, вчителів та науковців. Аналіз має базуватись на дослідженні сучасних проблем в даній галузі та за даним напрямком. Зокрема, вирішення певної частини окреслених проблем можливе за рахунок використання інструментарію хмарного сервісу як засобу відкритої науки [81].

SAGE – це алгебраїчна комп'ютерна система з відкритим кодом. Він використовувався в більшості досліджень для питань пов'язаних з алгеброю та геометрією [81]. Однак хмарний сервіс з відкритим кодом удосконалився за останні роки, і тепер він підтримує спільну роботу, використання Python, R, Jupyter та LaTeX та ін. Крім того, хмарний сервіс CoCalc дозволяє викладачам налаштувати середовище LMS. Програмування, використання LaTeX, імітація – це нові навички в галузі математики, і подібні середовища сприяють їх розвитку [74].

У роботі С. Класманн (S. Klaßmann), Н. Даммен (N. Dahmen) та У. Зайферт (U. Seifert) [56] представлено окреме тематичне дослідження щодо еволюції цифрового середовища навчання та досліджень на кафедрі музикознавства Кельнського університету. Він охоплює 14 семінарів у період з 2016 по 2020 рік [81]. Зокрема, в дослідженні розглянуто розвиток технологічної конфігурації як цифрового середовища та розробку навчальної програми, яка складається з навчальної практики з цифрової грамотності та містить міждисциплінарні зв'язки [56].

Науковці Francisco Zampirolli Fernando Teubl та Batista Valério Ramos досліджували MEGUA (Mathematics Exercise Generator, Universidadede Aveiro) 2 – програмне забезпечення з відкритим кодом, яке дає змогу створювати банки даних параметризованих запитань з їх відповідними відповідями в LATEX. Воно працює з математичним програмним забезпеченням CoCalc, що використовує мову програмування Python [131]. Банки даних запитань

називаються «Книги» і будуються в PDFLatex (для друку) або HTML і MathJAX (для веб-публікацій) [131]. Розробка питання, по суті, відбувається безпосередньо з використанням інструментарію CoCalc. Цей процес складається з трьох кроків [81]:

1. На новому аркуші створюється комірка для імпорту всієї бібліотеки MEGUA та відкривають / створюють банк даних, в якому будуть зберігатися запитання [81].

2. Код питання вводиться в іншу комірку, яка складається з тексту в LATEX та коду на Python. Блок написаний мовою LATEX розділено на розділи (каталогізація та опис вправи), «% проблеми» (назва та постановка питання) та «% відповіді» (її вирішення) [81]. CoCalc завершить частину обчислень, яка містить дві функції: генерує випадкові значення для оператора та обчислює правильний розв'язок та надає іншим можливість множинного вибору.

3. Результатом виконання цієї комірки є два файли, один у форматі PDF, а інший у вигляді тексту [294].

Існує також ресурс для додавання параметризованих графіків до завдань, однак MEGUA не оснащений автоматичною корекцією параметричних питань у друкованому вигляді, функцією для оцінки сотень користувачів [81].

Мережна система комп'ютерної математики (Web-СКМ) SageMath є одним з етапів розвитку хмаро орієнтованого середовища CoCalc (режими доступу: cocalc.com). Наявний інструментарій web-СКМ SageMath версії 4.6 (останньої версії, що передувала появі CoCalc, ще раніше SageMathCloud) не був достатнім для організації усіх видів навчальної діяльності за умов дистанційного навчання або його елементів [295]. При цьому доводилося або організовувати навчання або із залученням двох систем – Web-СКМ SageMath та будь-якої системи підтримки дистанційного навчання, наприклад Moodle, або здійснювати їх інтеграцію [112]. Перший спосіб виявився незручним ані для вчителів, ані для учнів, другий спосіб – продовжує набувати масового застосування [112], проте і він, з появою та удосконаленням CoCalc, може втратити актуальність [81].

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

Слід відмітити, що одні програмні засоби (структурні компоненти CoCalc) доступні користувачу явно як вбудовані хмарні сервіси, інші – використовуються системою неявно [81].

Тобто можна виокремити наступне програмне забезпечення, що скомпоноване в єдине хмарне середовище CoCalc [81].

SageMath – математичне програмне забезпечення з відкритим кодом.

Це безкоштовна система математичного програмного забезпечення з відкритим кодом, ліцензована згідно з GPL. Він базується на багатьох існуючих пакетах з відкритим кодом: NumPy, SciPy, matplotlib, Sympy, Maxima, GAP, FLINT, R та інших. Доступ до їх потужностей можна отримати за допомогою узагальненої мови на основі Python або безпосередньо через інтерфейси або оболонки [81].

Проект R – програмне забезпечення статистики з відкритим кодом [81].

R – це інтегрований набір програмних засобів для обробки даних, обчислення та графічного відображення. Крім усього іншого [81]:

– ефективна система обробки та зберігання даних,

– набір операторів для обчислення масивів, зокрема матриць,

– великий, послідовний, інтегрований набір проміжних інструментів для аналізу даних,

– графічні засоби для аналізу та відображення даних безпосередньо на комп’ютері або у друкованому вигляді;

– добре розроблена, проста та ефективна мова програмування (що називається «S»), що включає умовні умови, цикли, визначені користувачем рекурсивні функції та засоби введення та виведення. (Дійсно, більшість функцій, що постачаються системою, самі написані мовою S.) [81].

Термін «середовище» покликаний охарактеризувати його як повністю сплановану та узгоджену систему, а не як поступове удосконалення специфічних та негнучких інструментів, як це часто буває з іншими

програмами для аналізу даних [81].

R – це в значній мірі засіб для нових методів інтерактивного аналізу даних. Він швидко розвивався і поширювався великою колекцією пакетів. Однак більшість програм, написаних на R, написані для одного фрагменту аналізу даних [81].

Науковий Python – тобто Statsmodels, Pandas, SymPy, Scikit Learn, NLTK та багато інших. Забезпечує [81]:

– Обробку даних (моделювання, контроль експерименту),

– Маніпуляції та обробку даних,

– Візуалізація результатів для швидкого аналізу, однак із високоякісними показниками для звітів чи публікацій [81].

Julia – мова програмування для числових завдань.

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

Julia відтворюється на динамічному рівні, є мовою сценаріїв та має гарну підтримку для інтерактивного використання [81].

Відтворювані середовища дають можливість відтворювати одне і те ж середовище Julia щоразу, на різних платформах, із заздалегідь побудованими двійковими файлами [81].

Julia використовує багаторазове відправлення як парадигму, що полегшує вираження багатьох об’єктно-орієнтованих та функціональних зразків програмування. Забезпечує асинхронні введення-виведення, метапрограмування, налагодження, ведення журналів, профілювання, менеджер пакетів тощо. Можна створити цілі програми та мікросервіси в Julia [81].

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

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

– Потужний математично-орієнтований синтаксис із вбудованими двовимірними / тривимірними інструментами побудови та візуалізації [81].

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

Tensorflow – бібліотека програмного забезпечення з відкритим кодом для машинного інтелекту [81].

TensorFlow – це комплексна платформа з відкритим вихідним кодом для машинного навчання. Він має комплексну гнучку екосистему інструментів, бібліотек і ресурсів спільноти, яка дозволяє дослідникам просувати новітні досягнення в області машинного навчання, а розробникам легко створювати і розгортати додатки на основі машинного навчання [81].

LaTeX – високоякісна програма текстових документів.

LaTeX – це макросистема, побудована на базі TeX, яка має на меті спростити її використання та автоматизувати багато загальних завдань форматування. Це фактичний стандарт для академічних журналів та книг, і він пропонує одне з найкращих безкоштовних програм для типографії, які може запропонувати [81].

GNU / Linux – набір операційних систем та утиліт.

CoCalc пропонує широку колекцію програмних середовищ та бібліотек. Встановлено 1267 пакетів Python, 4472 пакети R, 447 бібліотек Julia та понад 243 файлів [81].

Основні середовища програмування [81]:

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

– Julia: Загальносистемне середовище Julia.

– Octave: Мова наукового програмування GNU Octave.

– Python 2: Стандартне загальносистемне середовище Python 2.

– Python 3: Стандартне загальносистемне середовище Python 3.

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

– SageMath (Py 3): середовище Python усередині загальносистемного екземпляра SageMath [81].

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

Оснащеність CoCalc прикладними сервісами спеціального призначення надає можливість організувати комп'ютерно орієнтоване навчання класичних математичних дисциплін, таких як «Лінійна алгебра та числові системи», «Аналітична та диференціальна геометрія», «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей та математична статистика» тощо, наявні інструментальні сервіси – на підтримку вивчення інформатичних дисциплін, зокрема «Програмування», «Теорія кодування», «Криптографія», «Комп'ютерна графіка» тощо [81].

Як спеціальні прикладні, так і інструментальні сервіси можуть бути успішно використані на підтримку вивчення так званих інформатично-математичних дисциплін – «Чисельні методи / Методи обчислень / обчислювальна математика», «Дискретна математика», «Дослідження операцій», «Математичне програмування» тощо [81].

Можна звичайно запропонувати альтернативу CoCalc – Jupyterhub та Zoom. Однак, вони не включають можливість синхронної співпраці з іншими членами спільноти в текстовому файлі, хоча Zoom має базову функцію чату в режимі реального часу. Звичайно, можна запропонувати інтегрувати гіперконтекст Markdown у конфігурацію завдяки використанню Jupyter Notebook видався ідеальним рішенням для того, щоб забезпечити можливість спільної роботи в текстовому документі на основі браузера в режимі реального часу з використанням Zoom, наприклад на семінарах [81]. Крім того, файли Markdown, створені за допомогою HackMD, будуть доступні учням у будь-який час і, використовуватимуться для нотаток під час проведення семінару. Таким чином можна створювати спільні документи, які реалізують синхронні та асинхронні дискусії. Крім того, HackMD надасть засоби документування групових сесій роботи таким чином, щоб було легко поділитися з іншими користувачами. В такий спосіб можна створити шаблони для курсів, що будуть використовуватись в подальшому для нотаток, обговорення тем семінару позааудиторно. Наразі щодо спільного програмування в режимі реального часу

Jupyterlab не дозволяє співпрацювати в реальному часі через технічні обмеження [81].

CoCalc пропонує спільні обчислювальні можливості невеликим групам користувачів. Він також включає основні функції чату та відеоконференцій. Інструментарій CoCalc підтримує учнівські проекти та групові завдання, які вимагають синхронного спільного виконання завдань з інформатичних та математичних дисциплін [81]. Оскільки CoCalc також базується на Jupyter Notebook, інтеграція з окремими робочими областями буде виконано без перешкод, оскільки користувачі однієї групи зможуть легко переносити окремі файли між CoCalc як в спільну робочу область та у власний, приватний примірник Jupyterlab. Використовуючи розширену конфігурацію із Zoom, HackMD та CoCalc, семінарські заняття можна організувати повністю дистанційно [56].

Загалом, ця конфігурація є хорошою відправною точкою для подальшої еволюції цифрового середовища та управління групою учнів для підвищення цифрової грамотності у сфері міждисциплінарних досліджень та викладання інформатичних та математичних дисциплін [81]. Для оцінки хмарного середовища слід враховувати як можливості учня, так і взаємодію з ними, а також успіх у досягненні міжпредметних цілей навчання та рівень обговорення змісту, досягнутий на семінарських заняттях. Хмарний сервіс CoCalc можна рекомендувати групам учнів усіх профілів та вчителям різних предметів. Використання однієї хмарної платформи має певні переваги: це допоможе сформуватись та регулярно проводити зустрічі для обговорення сучасних обчислювальних підходів у міждисциплінарних дослідженнях. Це формує цифрове середовище учнів, вчителів та науковців, що розвивається, що виходить за рамки щотижневих семінарів. З точки зору викладання, семінари проведені в рамках одного тематичного дослідження підтвердять потенціал спільного інформаційного середовища для викладання обчислювальних міждисциплінарних досліджень [81]. Так, учні з обмеженим досвідом програмування або відсутністю попереднього досвіду програмування протягом

дистанційних семінарів зможуть повністю вивчити основи програмування на Python і отримати навички обговорення та впровадження обчислювальних моделей на високому рівні [56].

Еволюція конфігурації цифрового середовища демонструє чіткий прогрес, який тісно пов'язаний із вимогами педагогічних та методичних практик в рамках ЗЗСО, що розвивається, учнів та науковців. Таким чином, отримана конфігурація для введення обчислювального мислення та цифрової грамотності складається з наступних інструментів, що підтримують необхідні функції в єдиному цифровому середовищі [81]:

– Блокнот Jupyter, який обслуговується через Jupyterhub, забезпечить основне середовище для нотаток, програмування та роботи з обчислювальними методами та концепціями без необхідності локальної установки та обслуговування [81].

– GitHub, GitHub Pages та GitHub Classroom використовуватимуться для забезпечення можливості відстеження версій файлів, створення веб-сайту курсу як альтернативного каналу комунікації та підтримки логістики видачі та подання курсових завдань [81].

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

– HackMD використовується для синхронного спільного написання гіпертекстових документів [81].

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

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

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

Існує два типи проектів в CoCalc: «пробні (безкоштовні) проекти» та

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

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

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

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

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

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

Окрім цього наявна можливість змінити в безкоштовному тарифному плані (за замовчуванням) Hub server, натиснувши кнопку «Reconnect» (рис. 4.1). В певній мірі дане налаштування теж можна розглядати як практичне використання «крайових обчислень».

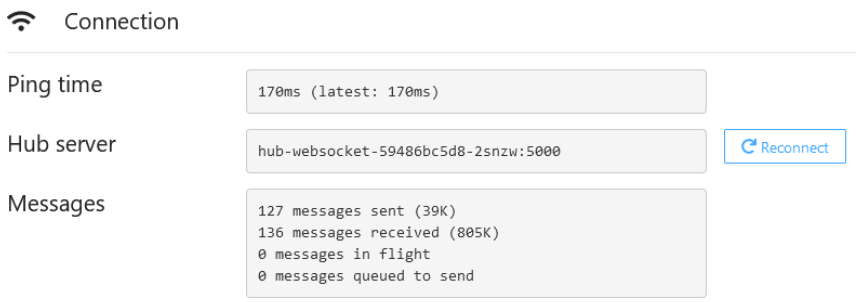


Рис. 4.1. Спливаюче вікно налаштувань «Connection»

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

Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) була схвалена рішенням колегії Міністерства освіти і науки України № 3/1-7 ще 22.03.2018. Пріоритет 5 містить підпункт, в якому зазначено про подальші напрями розвитку відкритої науки в Україні. Відкрита наука означає відкриття процесу дослідження шляхом оприлюднення всіх його результатів та способу досягнення цих результатів, загальнодоступних у мережі Інтернет.

Практичним використанням парадигми відкритої науки є [328]: представлення навчальних матеріалів у відкритому доступі (даних, програми заходу, конспектів, протоколів засідань, дидактичних матеріалів, файлів аналізу даних); публікації матеріалу у виданні, що є загальнодоступним; вільне розповсюдження та поширення навчальних, наукових матеріалів та даних (як приклад завантаження матеріалу до відкритого репозитарію).

Якщо розглянути принципи відкритої науки, то на думку М. П. Шишкіної це [328]:

– відкритий доступ до наукових джерел;

– відкритий доступ до електронних ресурсів, що використовувалися під час дослідження;

– вільний доступ до масиву даних, одержаних під час проведення педагогічного експерименту;

– відкриті е-інфраструктури.

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

Як наслідок впровадження в Україні норм відкритої науки повинно призвести до більшого обміну, підзвітності, відтворюваності та надійності наукових матеріалів та вплинути на процес навчання в цілому. У процесі дослідження вітчизняного та зарубіжного досвіду були виявлені такі переваги використання хмарних сервісів математичного призначення: економія ресурсів; мобільність доступу; еластичність [81].

Запровадження хмарних платформ і сервісів в освітній процес приводить до появи та розвитку форм організації навчання та наукових досліджень, орієнтованих на спільну навчальну діяльність, створюється більше можливостей для здійснення навчальних і наукових проектів [81]. Методи і підходи відкритої науки справляють значний вплив на освітній процес. Ураховуючи вищезазначені переваги хмаро орієнтованих засобів у навчанні математичних дисциплін, а також перспективи впровадження у навчальний процес хмарного сервісу CoCalc, що є вільнопоширеним і в той же час досить потужним, щоб забезпечувати досягнення цілей навчання, предметом дослідження було обрано застосування цього сервісу, як можливого компонента хмари відкритої науки.

CoCalc – це хмарний сервіс, віртуальний робочий простір для виконання обчислень, досліджень, співпраці та для створення документів [131], який містить хмарне сховище, де вчені можуть обмінюватися файлами зі своїми колегами. Сюди входять аркуші Jupyter , де кілька вчених можуть одночасно редагувати сценарії в режимі реального часу [81].

CoCalc [131] підтримує підфази запиту, виявлення та візуалізації. Це дозволяє вченим запитувати результати експерименту та його історію, окрім інших даних. Користувачі можуть також візуалізувати результати за допомогою аркушів і бібліотек Jupyter, таких як matplotlib [81]. Вони також можуть використовувати чати, щоб обговорити експеримент та його етапи.

У цьому хмарному сервісі [131] все середовище експерименту базується на принципу роботи хмари. Всі зміни вносяться безпосередньо в хмарі та синхронізуються з браузером користувачів в Інтернеті – блокування немає.

CoCalc [131] дозволяє спільно використовувати велику різноманітність файлів, включаючи скрипти різними мовами програмування. Інструментарій хмарного сервісу дозволяє обмінюватися документацією, яка може допомогти вченим краще зрозуміти, що було зроблено в рамках проведення експерименту, та допомогти їм краще використовувати спільні дані та сценарії [81].

Хмарний сервіс [131] надає можливість зберігати взаємодію користувачів за допомогою журналу (хронологія), що виконуються науковцями, але це нагадує більше неструктуровану інформацію, яку важко відтворити [81].

Незважаючи на те, що хмарний сервіс повністю готовий до використання в дослідженнях [131] він потребує постійного підключення до мережі Інтернет, щоб працювати. Робота з сервісом можлива безпосередньо через браузер, що може викликати певні труднощі під час заміни робочої області, інструментів та середовищ розробки, до яких звик вчений. Можна запускати код з середовища CoCalc, але цей спосіб відрізняється від запуску файлів з пристрою вченого. Існують і певні обмеження щодо використання безкоштовного аккаунту хмарного сервісу. Ще одна проблема, про яку варто згадати, полягає в тому, що CoCalc не фіксує належним чином всі етапи експерименту. Він надає такі функції, як «подорож у часі» та «журнал», що дозволяють користувачам бачити історію зміни файлів та активності учасників проекту. Але ці дані не можуть бути в повному обсязі деталізовані тому будуть недостатніми, щоб гарантувати відтворюваність експерименту [81].

Наведена хронологія розвитку конфігурації можливостей використання в навчальних програмах інформатичних та математичних дисциплін чітко демонструє створення та адаптацію цифрового середовища на основі конкретних потреб та практичних завдань групи учнів, вчителів та дослідників у міжпредметних дослідженнях і навчальному процесі. Оскільки цифрове середовище постійно розвивається, дослідження не можна вважати вичерпаним. Маємо намір інтегрувати конфігурацію CoCalc та навчальні програми окремих дисциплін ЗВО для глибшого розуміння навчального матеріалу та розширення засобів формування професійних компетентностей майбутніх фахівців різних

галузей освіти та науки. Для розширення можливостей учнів організації та виконання колективної роботи шляхом реалізації спільного проектного завдання [56]. Отже, за умови використання хмарного сервісу поліпшаться показники наукових досліджень, освітній процес стане більш відкритим, наближеним до потреб людини, більш насиченим та актуальним змістом.

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

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

Для апробації описаної методики було розроблено дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», який було впроваджено в межах сертифікатної освітньої програми «Інформаційні системи та хмарні технології в освітньому процесі» (табл. 4.1) [149].

Загальний обсяг кількості годин дистанційного курсу – 15 год (табл. 4.2). Як видно з таблиці курс охоплює чотири теми, серед яких 4 лекції та 3 практичних заняття. Також, відповідно до програми дистанційного курсу була запланована зустріч онлайн на той час, коли учасниками курсу опановувалась третя тема. Подібна зустріч була обов’язковою, оскільки дві останні теми можна вважати найскладнішими, оскільки практична робота спрямована на опанування навичок роботи з хмарними сервісами, що не локалізовані.

Таблиця 4.1

Програма дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» [149]

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

Крім того, учасники курсу вже половину тем опанували, в них з'явились типові питання, що вимагали відповідей, уточнень та роз'яснень. Питання були як організаційного характеру, так і за лекційним матеріалом [149].

Завдання дистанційного курсу [149]:

– ознайомлення з основними етапами наукового дослідження;

– вивчення ІКТ задля подальшого використання на кожному етапі наукового дослідження [149];

– ознайомлення з сервісами спільного опрацювання даних та сервісами спільної роботи над навчальними проектами;

– формування умінь використовувати сервіси відеоконференцій задля організації спільної роботи [149];

– вивчення структури хмари відкритої науки та класифікації її сервісів;

– опанування навичок роботи зі спеціалізованими хмарними сервісами, як інструментами відкритої науки.

Таблиця 4.2

Зміст дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» [149]

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

У результаті вивчення даного дистанційного курсу учасник повинен [149]:

знати:

– означення понять: сервіс, система, хмарний сервіс, відкрита наука;

– основні переваги використання хмарних сервісів;

– основні етапи наукового дослідження;

– спеціалізовані хмарні сервіси (як засіб впровадження відкритої науки) та їх різновиди [149];

– сервіси спільного опрацювання даних;

– сервіси спільної роботи над навчальними проектами;

– сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи;

– структуру хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів [149];

– етапи створення проекту в хмарі відкритої науки та додавання окремих сервісів.

уміти [149]*:*

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

– використовувати сервіси відкритого доступу до наукових матеріалів;

– виконувати пошук наукових публікацій всіх форматів і дисциплін;

– володіти основами роботи зі спеціалізованим хмарним сервісом;

– застосовувати сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи [149];

– розробляти власний проект з використанням інструментарію хмари відкритої науки;

– додавати окремі сервіси до проекту хмари відкритої науки.

Вважалось, що учасники, які успішно завершили курс, це ті, що виконали усі практичні завдання. Кожне завдання оцінювалась наступним чином: 1 б. – зараховано, 0 б. – не зараховано. При цьому кожне практичне заняття було обмежене в часі (на його виконання було розраховано час до кінця доби). Лекція та практичне заняття були доступні кожному учаснику курсу кожен день о 9:00 ранку. Тому термін на їх виконання було розраховано – 15 годин. Цей термін включав як індивідуальні так і групові консультування, можливі технічні проблеми та індивідуальний темп виконання кожного слухача курсу [149].

Приклади лекційних занять фрагментарно наведено в Додатку Ж.

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

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

4.4 Методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика)

У виступі Л. С. Мандзій [216], заступниці Міністра освіти і науки України, було розкрито основні можливості підвищення кваліфікації педагогічних працівників. До основних змін професійного розвитку педагога віднесено вільний вибір педагогічними працівниками семінарів, тренінгів, практикумів, вебінарів в межах програми підвищення кваліфікації. Відтак, серед напрямів підвищення кваліфікації було вказано [230]: використання інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій; формування та підвищення професійних компетентностей, опанування новітніх технологій. В зв’язку зі змінами підвищення кваліфікації освітян, зокрема вчителів, постає проблема в розробці нових методик, які б змогли охопити принаймні вказані два напрями підвищення кваліфікації. О. В. Коротун в своєму дослідженні [191] зробила висновок, що використання хмаро орієнтованих систем має величезний потенціал у навчанні, зокрема у навчанні майбутніх вчителів інформатики. Однак, методик використання хмаро орієнтованих систем недостатньо. Якщо за 2018–2021 рр. ситуація з впровадження та використання хмаро орієнтованих

систем покращилась [155, 147, 201], то використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки потребують подальшого розроблення, зокрема у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

В зв'язку із запровадженням карантинних заходів спричинених розповсюдженням COVID-19 в 2020–2021 рр. в більшості шкіл України було впроваджено дистанційну форму навчання. Організація дистанційної форми навчання можлива за рахунок використання інструментів хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Незважаючи на активне використання освітянами хмаро орієнтованих систем існують певні проблеми в організації навчання та професійного розвитку вчителів [230]. Однією з основних проблем постає відсутність методик використання хмарних сервісів, що не є локалізованими, але безкоштовними для використання в науковій та навчальній діяльності (хмарні сервіси та хмаро орієнтовані системи відкритої науки). Існує припущення, що використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки дозволить зробити навчальний процес більш науковим та академічним, призведе до вирішення окремих проблем академічної доброчесності серед вчителів та учнів [230].

О. Г. Кузьмінська в своєму дослідженні [201] аналізує зміст понять «методика використання ІКТ в освіті» та надає авторське визначення терміну «методика застосування цифрового освітнього середовища наукової комунікації магістрів-дослідників». Описана методика включає: суб'єкти, об'єкти, мету, умови, засоби, форми організації, методи освітньо-наукової комунікації та результат [230].

Т. А. Вакалюк визначила основні компоненти методичної системи використання хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики включає такі методики [147]: методика використання хмаро орієнтованої системи підтримки навчання як складника ХОНС у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання хмаро орієнтованих засобів навчання у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання Web-орієнтованих засобів навчання бакалаврів інформатики [230].

В дослідженні С. Г. Литвинової [208] розроблена методична система проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, тому основний акцент полягає в описі методики проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти. При цьому розглянуто проектування на рівні керівника, проектування на рівні адміністратора навчального середовища, проектування на рівні вчителя-предметника, проектування ХОНС на рівні учня. Хоча в роботі [208] відсутня методика використання хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, але для проведення поточного дослідження важливим був аналіз методичних основ використання спроектованого хмаро орієнтованого навчального середовища у закладі загальної середньої освіти [230].

Т. В. Волошина [155] описала методику використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Подано структуру методики. Додатково наведено опис методики інтеграції ресурсів і сервісів гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища у електронні навчальні курси для підтримки самоосвітньої діяльності учнів ІТ спрямування [230].

Аналіз останніх досліджень та публікацій було в першу чергу спрямовано на вивчення наявних методик використання, оскільки методики навчання та методики використання мають суттєві відмінності. За своєю структурою методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів буде мати схожу, класичну структуру, подібну до наявних методик використання того чи іншого сервісу чи програмного продукту [230].

Сфера вищої освіти є середовищем, де відкрита наука та відкрита освіта можуть мати взаємозв’язки в межах спільної концепції відкритості. Більш того, відкрита наука та відкрита освіта пов’язані між собою такими суб’єктами, як викладачі закладів вищої освіти, які задіяні в науково-дослідному процесі.

Існують деякі ключові компоненти відкритості у відкритій науці, які мають зв'язки з відкритою освітою [230]. Більше того, ці аспекти також можуть бути пов'язані з науково-дослідною та освітньою діяльністю. Одним із компонентів є інструменти, тобто системи та послуги – переважно цифрові – які підтримують спілкування та співпрацю в науковій спільноті. Відкритість у цьому сенсі може стосуватися доступності інструменту, його вартості або сумісності з іншими послугами. Багато дослідників називають інструменти та програмне забезпечення з відкритим кодом послугами, які є доступними, модифікуються та мають вільний (повторно) використаний код. Таким чином, відкриті джерела дослідницьких інструментів легко та доступно використовувати для навчання та викладання та можуть полегшити доступ до даних досліджень та джерел для студентів чи учнів [230]. Другий компонент – це діяльність, така як особиста поведінка та взаємодія науковців, як спілкування та співпраця в наукових спільнотах. Діяльність може бути видимою для всіх, обмеженою для певних груп або закритою, як наприклад, процеси сліпого рецензування. Пристосовуючи їх до навчального процесу, наукова діяльність може стосуватися або поведінки вчителів, або поведінки учнів. Актуальними аспектами для учнів є варіанти створення та обміну власними матеріалами та обговорення їх з однолітками. Третім компонентом є такі ресурси, як дані, книги чи наукові статті [45] (рис. 4.2).

Рис. 4.2. Взаємозв'язок відкритої науки і відкритої освіти

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

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

Основна увага має бути зосереджена на інтеграції відкритої наукової освіти та відповідних навичок і компетентності у процес підготовки та

підвищення кваліфікації вчителів. Варто також відзначити, що освітня спільнота та науково-дослідні організації повинні працювати разом для того, щоб забезпечити належний доступ дослідників та освітян до тренінгів з відкритої науки. Крім того, самі дослідники на всіх рівнях є ключем до практик відкритої науки, і буде важливо, щоб політика, що стосується їх кар'єрного розвитку, була побудована із урахуванням її сумісності з існуванням вимог відкритої науки, в тому числі, це має бути враховано і у закладах освіти.

Для того, щоб перейти до повної і докорінної зміни пріоритетів у бік принципів і підходів відкритої науки, безпосереднього залучення дослідників до сповідування цих принципів, необхідна докорінна зміна культури та мислення в науковому співтоваристві та освітній спільноті. Зокрема традиційні, доцифрові механізми наукової комунікації та визнання глибоко закладені в сучасній академічній практиці, а нові технології до недавнього часу не були впроваджені (зокрема, це стосується виникнення і поширення сервісів EOSC, інших Європейських та міжнародних ініціатив. Для здійснення цих змін потрібен комплексний, багатогранний підхід, який включатиме [90]:

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

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

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

– постійне сприяння та керівництво відкритою наукою на всіх рівнях.

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

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

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

У випадку вчителів рекомендується формувати компетентність відкритої науки як частину курсів підвищення кваліфікації вчителів всіх категорій. Мається на увазі, що надані навички матимуть пряме і практичне застосування у своїй дисциплінарній галузі (визнаючи, що значні дисциплінарні відмінності застосовуються у відкритій науці). Замість того, щоб бути просто загальним «доповненням» до існуючих курсів, для реального залучення важливо, щоб цей тип навчання був контекстуалізованим і мав безпосереднє значення для їхньої роботи. Слід також визнати, що багато з цих навичок слід формувати в рамках дослідницького процесу. Тому в цьому випадку важливо, щоб це було враховано та визнано. Адже вчителі сприймають можливості для розвитку компетентностей набагато краще на практиці, ніж на навчальних курсах. Для цього підходу рекомендуються режими проблемного навчання та реалізація

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

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

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

Аналізуючи опис методики використання науково-навчальної хмари наукової (освітньої) установи та методики використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари AWS наведені в дослідженні М. П. Шишкіної [329] було виконано опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного

розвитку вчителів.

Структура методики використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (вищій рівень) [230].

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

Змістовий компонент [230]. Профілі вченого у відкритому доступі. Сервіси для пошуку наукових праць. Сервіси для оприлюднення наукових здобутків. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя природничо-математичних предметів. Платформа відкритої науки та її компоненти. Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки. Міжнародні проекти.

Технологічний компонент. Методи навчання*:* спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний. Форми навчання*:* тренінги, навчальні курси, дистанційні навчальні курси, семінари, вебінари, індивідуальні консультації, лекція (традиційна, проблемна) із застосуванням хмарних сервісів та систем відкритої науки. Засоби навчання: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (хмарні сервіси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom, Skype).

У ході дослідження були розглянуті та використані спеціальні види інструментів і сервісів, які доцільно використовувати для підвищення кваліфікації вчителів [66].

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

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

Послуги з публікації наукових досягнень педагогів: Електронна

бібліотека НАПН України, arXiv.org, електронний журнал «Інформаційні технології та засоби навчання» [230].

Сервіси European Open Science Cloud: зокрема, електронні навчальні ресурси, що стосуються предметних галузей навчання [230].

Інструменти та сервіси відкритої науки, що використовувалися для підтримки основних етапів наукового дослідження [66]:

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

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

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

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

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

Результативний компонент [230]: підвищення професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентності з відкритої науки.

Мінімальні вимоги до апаратно-програмного забезпечення на пристрої користувача: наявність браузера та підключення до мережі Інтернет (дротове чи Wi-Fi) [230].

Орієнтовний план тренінгових занять [230].

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

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

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

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

Всього: 12 год.

Запровадження даної методики рекомендується на вищому рівні хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Рекомендовано проведення окремого курсу (очного чи дистанційного) підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. При цьому його специфіка полягає у виключному використанні інструментарію EOSC [230]. Курс підвищення кваліфікації з використання інструментарію EOSC вчителями бажано проводити тривалістю більше ніж тиждень, оскільки окремі хмарні сервіси, які користувач додає до свого проекту потребують перевірки та ліцензійної згоди. Цей процес може тривати від одного дня до трьох.

Попередньо треба провести підготовчу роботу, пояснивши, що робота буде відбуватись в англомовному середовищі, тому можливо, знадобиться залучення сторонніх програмних засобів (автоматичних та напівавтоматичних перекладачів). Тому, основні моменти використання краще подати, як зразок покрокової роботи з EOSC у вигляді довідкових чи навчально-довідкових матеріалів [230]. Як варіант розробити спеціальні зошити з нотатками де кожен слухач курсів зможе записати індивідуальні спостереження роботи з інструментарієм EOSC. Велику увагу слід приділити демонстраційному матеріалу, що буде використаний під час лекцій. Це може бути як презентація з аудіо супроводом, так і попередньо записане відео (короткий довідковий матеріал).

Також вчителі мають бути ознайомлені з подробицями створення проекту та спланувати його наповнення. Ці моменти є більш організаційного характеру, однак потребують додаткових роз’яснень та консультацій. Слухачі курсу

попередньо визначають структуру майбутнього проекту, його цілі, задачі та проблеми які будуть вирішені після його створення [230].

Під час вивчення тем 3 та 4 ознайомити слухачів з категоріями сервісів, що наявні в структурі EOSC та пояснити, що в першу чергу вони орієнтовані на науковців. Однак більшість з них можуть бути використані для організації спільної роботи учнів на уроках, для налагодження комунікації. Окремою категорією постають сервіси, які скоріше нагадують репозитарії наукових досліджень [230]. Дані сервіси відкритого доступу будуть також корисні педагогам, оскільки представляють собою останні новинки провідних досліджень Європи, вчителі зможуть ознайомитись з зарубіжними аналогами безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки.

Як приклад можна навести короткий опис та використання одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC – 3DBionotes-WS. Веб-платформа 3DBionotes-WS інтегрує кілька веб-служб та інтерактивний веб-переглядач, щоб забезпечити єдине середовище, в якому біологічні анотації можна аналізувати в їх структурному контексті. Після спалаху COVID-19 нові структурні дані багатьох вірусних білків були включені в новий розділ 3DBionotes-COVID-19 (рис. 4.3) [230].

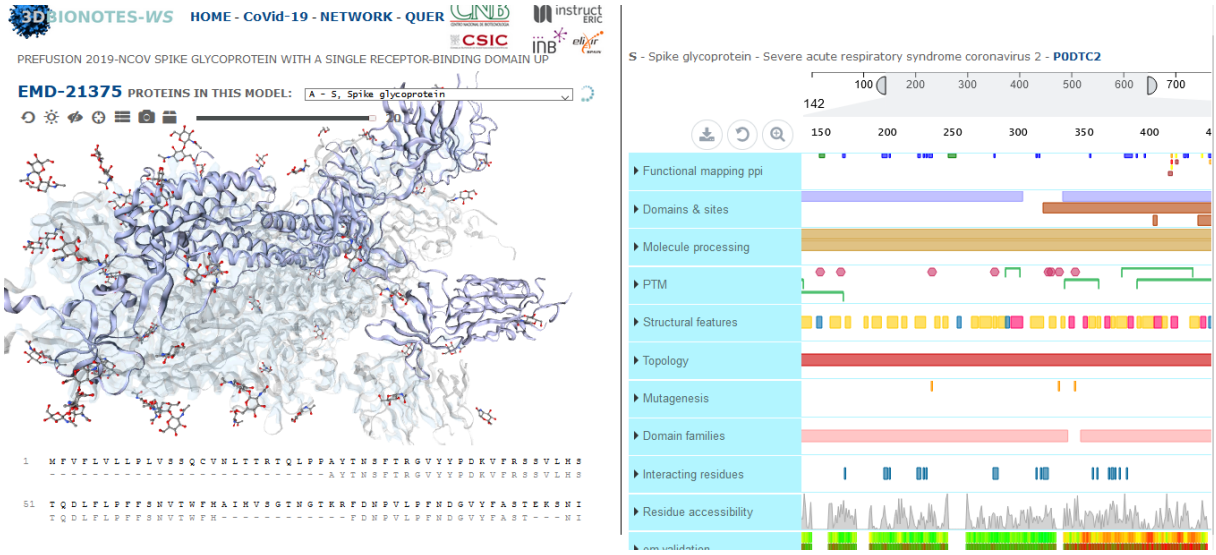


Рис. 4.3. Приклад структурної моделі [230]

Модель є динамічною. За допомогою кнопок навігації користувач може додавати окремі елементи, переглядати підписи. Наводячи мишкою на окремі елементи моделі з'являється підпис з поясненням. Хмарний сервіс надає можливість самостійно створювати структурні моделі, завантажувати вже готові чи переглядати наявні [230].

Слухачів слід орієнтувати на те, що всі сервіси Європейської хмари відкритої науки не можна опанувати в рамках курсів підвищення кваліфікації. Головне, щоб вчителі запам'ятали основи роботи з EOSC, етапи створення власного проекту та додавання до нього хмаро орієнтованих сервісів, що представлені в переліку за категоріями [230].

Як приклад можна навести короткий опис та використання ще одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC. Infrastructure Manager (IM) – це служба з відкритим кодом, яка розгортає складну та індивідуальну віртуальну інфраструктуру на кількох серверних пристроях (рис. 4.4).

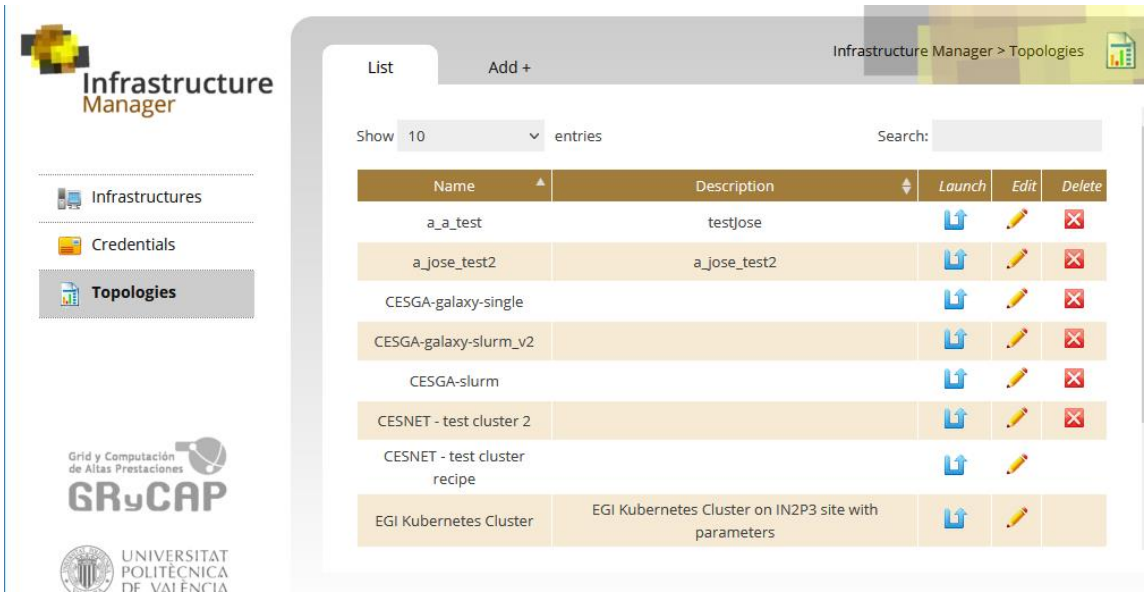


Рис. 4.4. Загальний вигляд сервісу Infrastructure Manager (IM)

Повідомлення автоматизує, розгортання, налаштування, встановлення програмного забезпечення, моніторинг та оновлення віртуальних інфраструктур. Він підтримує широкий спектр загальнодоступних та локальних хмарних серверів, завдяки чому користувальницькі програми є хмарними. Крім того, він має можливості DevOps, засновані на Ansible, що дозволяє

встановлювати та налаштовувати всі необхідні користувачеві програми, забезпечуючи користувача повністю функціональною інфраструктурою.

Особливості:

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

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

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

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

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

Astronomical Online Data Analysis (AstroODA) – також хмарний сервіс, що входить до складу EOSC. Послуга дозволяє користувачам використовувати хмарні наукові процеси аналізу даних астрофізичних обсерваторій / експериментів: місії INTEGRAL та POLAR (з подальшими ресурсами, що розробляються), забезпечуючи перевірені результати, готові до публікації. Наразі немає жодної іншої державної служби, яка б надавала цю функціональність (рис. 4.5).

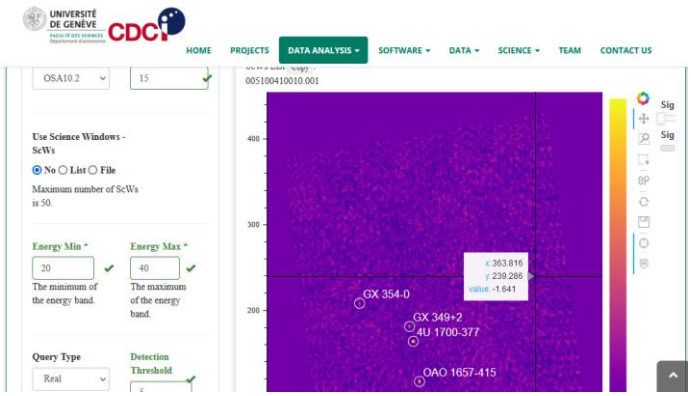


Рис. 4.5. Загальний вигляд сервісу Astronomical Online Data Analysis (AstroODA)

Дослідницький графік OpenAIRE (рис. 4.6) дозволяє розробникам реалізовувати послуги для наукової комунікації та аналітики досліджень. Використовуючи API, ви отримуєте доступ до графіка OpenAIRE-графіка наукової комунікації, тобто цифрового простору, де можна знайти інформацію про об’єкти життєвого циклу наукової комунікації (публікації, дані досліджень, програмне забезпечення для досліджень, проекти, організації тощо). та смислові зв’язки між ними. Служба надає доступ до OpenAIRE Graph за допомогою різних протоколів (OAI-PMH, HTTP API, SPARQL) для обслуговування розробників з різними вимогами та уподобаннями.

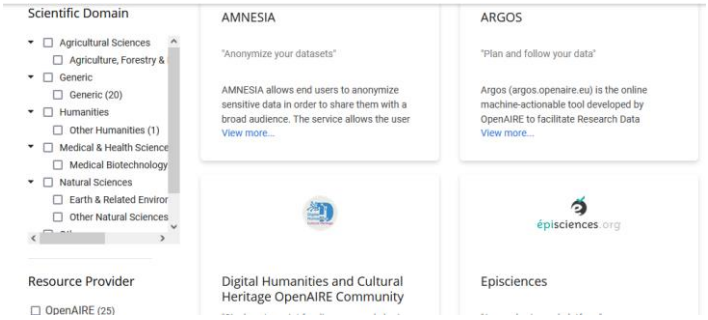


Рис. 4.6. Загальний вигляд сервісу OpenAIRE

Графік OpenAIRE створюється раз на два місяці:

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

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

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

Графік доступний у виробничій та бета-версії.

Під час проведення тренінгових занять можуть виникати певні труднощі [230]:

1. Попередньо треба попереджати технічну підтримку того чи іншого

хмарного сервісу, адже одночасне використання великої кількості користувачів з України (близько 1000), може бути розцінене як DoS-атака. Це призводить до тимчасового відключення акаунтів користувачів чи повного блокування послуг за локалізацією [230].

2. Якщо все ж хмарний сервіс тимчасово заблоковано йому має бути надана альтернатива (можливо гнучкий графік виконання завдань з використанням того чи іншого сервісу) [230].

3. Можливий варіант, коли в окремій місцевості відсутнє повне чи часткове інтернет-з'єднання, а учасники тренінгових занять обмежені часовими рамками [230].

4. Треба бути готовими, що той чи інший акаунт користувача може бути заблоковано чи видалено. Ця проблема особливо актуальна під час організації групової роботи [230].

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

6. Учасникам тренінгових занять слід попередньо пояснити, чому обрано саме ті чи інші хмарні сервіси, чим вони відрізняються, в чому їх особливість та чому їх слід вважати відкритими. Хоча попередньо вчителі вивчають парадигму відкритої науки, але не одразу стає зрозумілим як це використати на практиці [230].

Описана методика є частиною хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі: цільовий, змістовий, технологічний та результативний [230].

Для налагодження професійної комунікації для спільноти науковців та вчителів буде корисним створення спільноти з використанням месенджерів (наприклад *Viber*, *Telegram*). Таку спільноту використовують зазвичай для швидкого інформування про першочергові доручення, події, організації заходів.

При цьому подібні спільноти можуть бути організовані на рівні: керівників, відділів та установи.

Вчителі, науковці та науково-педагогічні працівники, як правило мають справу з критеріями та показниками ефективності проведення наукового дослідження [179]. Для узагальнення одержаних результатів на рівні відділу наукової установи доречним буде створення спільного документу засобами хмарних сервісів (наприклад, *Google Документи, Office 365*). При цьому доступ до документу будуть мати всі працівники відділу, вчителі та зможуть самостійно заповнювати таблиці, списки наукової продукції, показники цитувань і т.д. Схожий принцип роботи буде і для формування текстової частини фахової статті у співавторстві, коли шаблон статті розшарюється для співавторів та організовується одночасна робота в реальному часі. При цьому спільнота науковців та вчителів використовує усі інструменти доступні в хмарних сервісах: чати (текстові та відео), коментарі та дописи до окремих розділів та підрозділів статті. Це значно спрощує роботу та прискорює процес оформлення наукових здобутків групи науковців. Для спільної роботи над текстом зарубіжної статті можна порадити використання хмарного сервісу *Overleaf* (https://www.overleaf.com), що є безкоштовним (пакет послуг за замовчуванням). Мінусом даного сервісу є обмежена кількість одночасного підключення до документу (2 особи). Однак, використання платної підписки передбачено підключення спільноти користувачів. Хмарний сервіс зорієнтований на роботі з мовою розмітки LaTeX та пакетом макросів TeX, що в переважній більшості використовують для оформлення статей до подання та подальшої публікації в закордонних виданнях.

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

електронної пошти буде виступати додатковим засобом організації роботи наукових співробітників відділу.

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

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

Проблема використання хмарних технологій відкритої науки для підтримування різних типів процесів опрацювання даних викликають нині жвавий інтерес науковців [114]. Які саме засоби і технології доцільні для того, щоб опрацьовувати результати досліджень, зокрема, результати педагогічного експерименту, більш повно використати ті перспективні засоби і сервіси, що нещодавно виникли, а головне – забезпечити досягнення цілей науково-дослідної роботи, підвищення якості і доступності науки, зокрема педагогічної, полегшення, а не ускладнення подання і опрацювання масивів даних.

Використання хмарних технологій для підтримування процесів опрацювання даних у межах концепції відкритої науки постає одним із актуальних напрямів педагогічних досліджень [331], причому виникнення

хмаро орієнтованих версій багатьох програмних продуктів постає каталізатором цього процесу [114].

Нині кожне теоретичне дослідження, методика чи модель мають пройти перевірку на достовірність. Науковець перед впровадженням власного теоретичного здобутку проводить експеримент, за результатами якого можна переконатись в правильності висунутої гіпотези. Не має значення якого рівня і масштабу експеримент було проведено – в результаті одержано масив даних, що підлягає подальшому опрацюванню, інтерпретації та узагальненню. Зрозуміло, що одним з найрозповсюдженіших інструментів опрацювання отриманих результатів є табличні процесори [299]. Проте, не завжди з використанням вказаних інструментів науковець зможе проілюструвати динаміку змін того чи іншого показника, в процесі аналізу доводиться вибірку розподіляти на певні фрагменти, що лише частково ілюструють проведений етап експериментального дослідження [331]. Побудовані електронні графіки та діаграми носять статичний характер та мало в чому відрізняються від аналогічних, поданих на папері. Крім того, у процесі опрацювання даних певного дослідження доводиться використовувати низку зображень, щоб науковій спільності було зрозуміло значення кожного показника, чи окреслювати окремі аспекти опитувань, щоб показати їх значущість. Зрозуміло, що проведене дослідження важко обмежити декількома графіками чи діаграмами. Окрім цього, слід зазначити, що подання певної вибірки можна проілюструвати з використанням двох чи трьох діаграм (графіків), що пов’язані між собою структурними зв’язками [331].

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 [295]. При цьому буде вирішено ряд можливих проблем, що зазвичай пов’язані з встановленням на пристрій нового програмного забезпечення (оскільки табличний процесор в повній мірі не

задовольняє вимог наукової спільноти), сумісності програмного забезпечення та платформи, що встановлена на пристрої, потужності самого пристрою тощо [331].

Альтернативою у використанні традиційних табличних процесорів [299] можна розглянути хмарний сервіс Power BI як інструменту Office 365. Проте, як показують дослідження американських вчених [57], Power BI можна застосовувати і в поєднанні з іншими хмарними платформами, наприклад з Microsoft Azure. Згідно досліджень [57], показано, що Power BI описує базу даних SQL і графічно надасть можливість відображати дані певного датчика в реальному часі. Крім того, групою вчених Д. Д. Куа (D. D. Kooa), 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 [331].

Серед переваг Power BI в порівнянні з традиційними табличними процесорами можна зазначити [331]:

– 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 [331];

– обробка та аналіз даних з будь-якого пристрою в реальному часі;

– диференційований доступ окремих та груп користувачів хмари;

– можливість роботи як в локальній так і хмарній версії сервісу;

– прототипом інтерфейсу постає Microsoft Excel;

– можливість об’єднання декількох джерел даних (окремих вибірок);

– сповіщення в реальному часі про внесення змін до масивів опрацьованих даних (під час роботи групи науковців в межах однієї робочої області) [331].

Power BI в першу чергу створювався як комплексний інструмент для

бізнес-аналізу, що є інтегратором декількох компонентів, у яких характерною рисою постає візуальний дизайн [331]:

– Power Query (компонент для керування запитами);

– 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 [331]. Робота в Power BI полягає в створенні робочої області користувача або декількох робочих областей (рис. 4.7). При цьому для усіх груп Office 365 автоматично буде створена окрема робоча область (рис. 4.8).

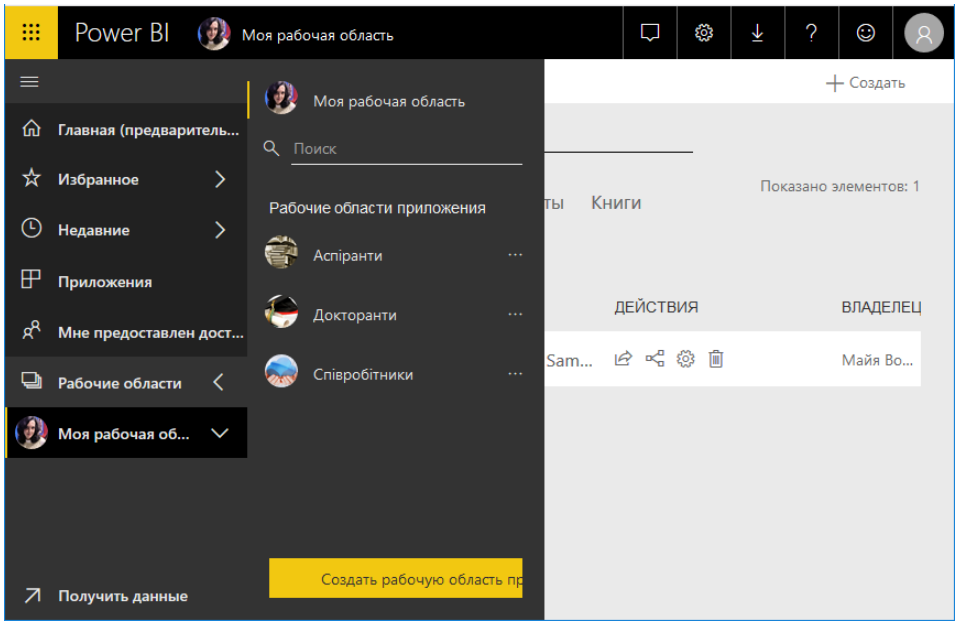


Рис. 4.7. Список робочих областей в Power BI

Кінцевим результатом опрацювання вибірки в окремій робочій області постає динамічний звіт. Кожна робоча область складається з панелі моніторингу, звітів, книги та наборів даних. Звітів може бути декілька (що

забезпечує динамічність представлення даних). В звіті наявні візуальні елементи, які науковець зможе додавати, змінювати та видаляти. З використанням обраних фільтрів звіт за декілька секунд змінює свою структуру, акцентуючи на обраних показниках (рис. 4.8) [331].

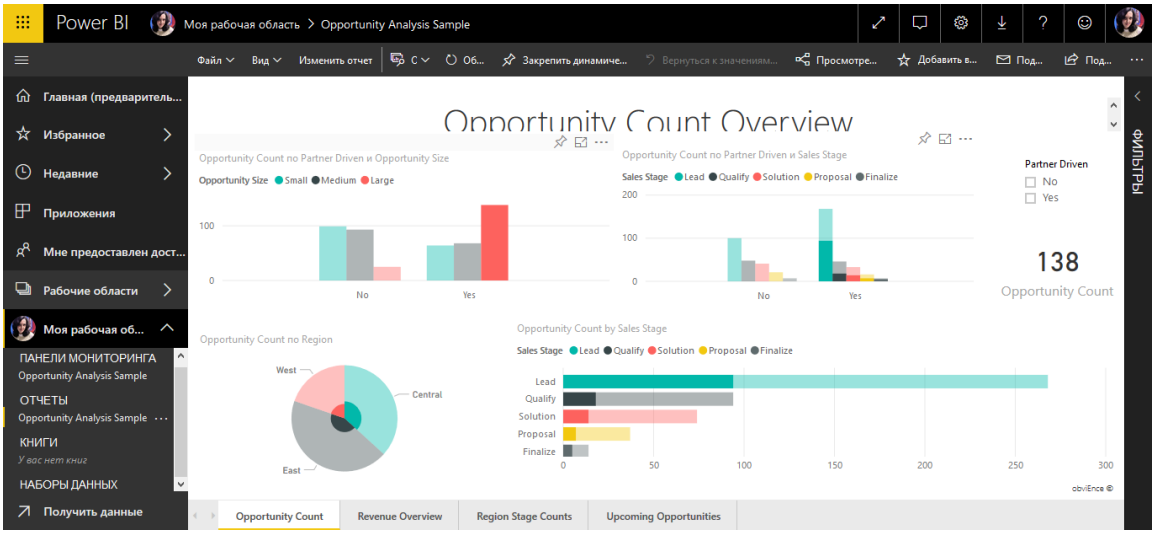


Рис. 4.8. Шаблон динамічного звіту в Power BI

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

Станом на листопад 2018 р. існують шість програмних продуктів: Power BI Desktop, Power BI Services (Pro, Premium), Power BI Embedded, Power BI Mobile, Power BI Report Server та шлюзи PBI [331]. При цьому безкоштовними є ліцензії в: Power BI Desktop, Power BI Services та Power BI Mobile.

Програмний продукт Power BI Desktop можна встановлювати локально, лише на один пристрій. При цьому наявний інструмент розробника (посилання для завантаження Power BI Desktop: https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/get-started/). При цьому функціонал Power BI можна використовувати [331]:

– 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 pbix-

файлі, який інші користувачі зможуть змінювати на інших пристроях. Масив даних, який при цьому попередньо завантажений та проаналізований, буде відкритий для редагування іншим користувачам [331].

Програмний продукту Power BI Services входить до складу корпоративної хмари Office 365 [331]. При цьому [281]:

– 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 [331];

– увімкнене шифрування інтернет-трафіку.

Оскільки Power BI Services є одним з сервісів Office 365, тому надавати доступ до звіту значно простіше [331]:

– з використанням загальнодоступного посилання (обмежується однієї корпоративною хмарою);

– вбудовувати звіт (окремі графіки, діаграми) до Excel чи Microsoft Power Point;

– вбудовувати звіт на сторінку сайту Sharepoint Office 365;

– створення приватного посилання (аналогічно і в Google Docs);

– на рівні звітів є можливість надавати доступ окремим користувачам (групі користувачів) [331].

Одним з видів ліцензування Power BI Services є Premium, серед переваг якого можна зазначити [331]:

– наявна локальна публікація звіту та в хмарі;

– для установи можлива робота в окремих хмарах (так званих вузлах);

– не обмежена частота автоматичних оновлень;

– створена модель може досягати 10 Гб дискового простору.

Однією з суттєвих переваг можна вважати додаткова кількість ліцензій, що можна призначити не лише користувачам приватної хмари [331].

Для того, щоб розпочати роботу з даними збереженими в іншому форматі слід спочатку їх імпортувати до Power BI натиснувши кнопку «Получить данные» (рис. 4.9) [331].

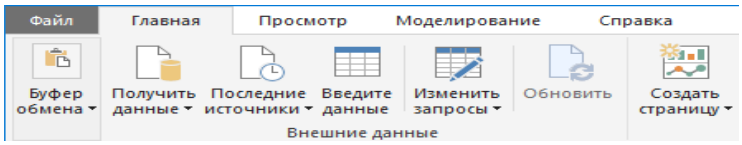


Рис. 4.9. Імпортування даних до Power BI

Завантажувати дані можна з файлів, баз даних, Azure та веб-служб. Ці категорії представлені відповідними пунктами у вікні «Получить данные» (рис. 4.10) [331].

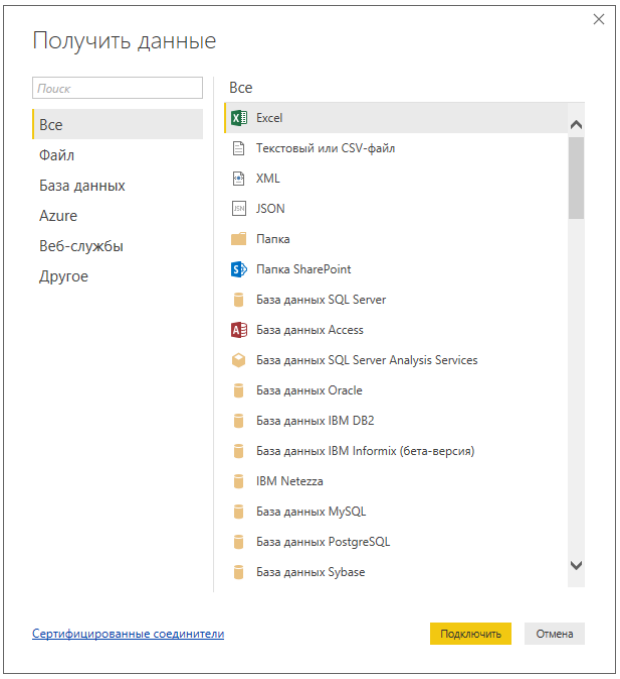


Рис. 4.10. Вікно форматів та сервісів задля завантаження даних

Крім того, усі одержані дані в подальшому можна пов’язувати між собою. Якщо під час завантаження у вікні «Навигатор» натиснути кнопку «Правка», то можна внести попередні зміни до імпортованого масиву даних (рис. 4.11) [331].

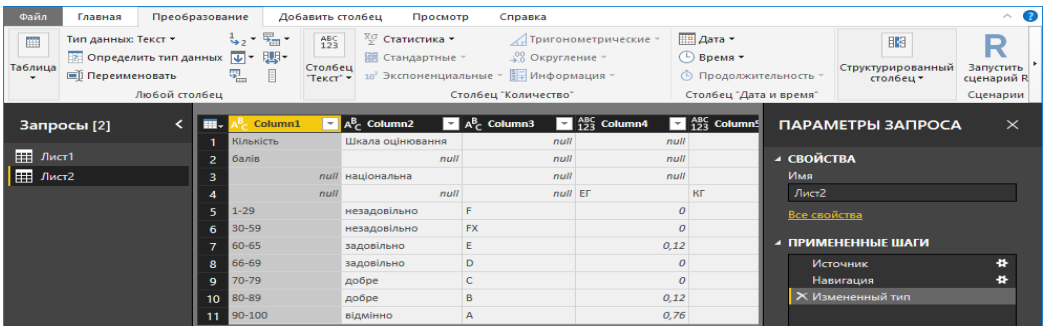


Рис. 4.11. Вікно редагування масиву даних

Таким чином можна об’єднувати декілька таблиць, встановлюючи між ними відповідні зв’язки. Слід звернути увагу що наявний інструмент для створення сценарію R та подальшого його виконання [331].

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

Оскільки часто спостерігається ототожнення вчителями понять «дистанційне навчання» та «змішане навчання» слід чітко їх виокремлювати [249]. Різниця між дистанційним та змішаним навчанням (згідно з рекомендаціями МОН) [303]:

– Дистанційне навчання: опосередкована взаємодія суб’єктів засобами онлайн-технологій є визначальною. Такий вид навчання визначено Законом України «Про освіту» як окрему форму здобуття освіти – дистанційну [249].

– Змішане навчання: є підходом, педагогічною й технологічною моделлю, методикою, що поруч із онлайн-технологіями спирається також і на безпосередню взаємодію між учнями та вчителями в аудиторії [249].

Оскільки в даному дослідженні змішане навчання є ключовим, то зосередимося на ньому [249]. До ознак змішаного навчання віднесемо [303]:

1. Учні навчаються частково онлайн і мають елементи контролю над навчальним процесом – коли, де і як вчити матеріал.

2. Гаджети та девайси використовують для спроби персоналізувати роботу кожного окремого учня.

3. Навчання в аудиторіях використовують для надання учневі комплексного досвіду навчання.

Якщо ж розглянути практичну складову реалізації змішаного навчання, то постає питання: «З чого розпочати?». Послідовність кроків організації змішаного навчання [249]:

1. План тем та видів діяльності. При цьому план тем може збігатись з тим, що передбачений очною формою проведення занять. Головний акцент слід зробити на видах діяльності. Адже треба визначити конкретні види, які зможуть охопити формування всіх навичок та засвоєння матеріалу [303].

2. Оцінювання результатів навчання. Оцінювання слід спланувати таким чином, щоб була можливість практичного оцінювання конкретних дій учня. Це мають бути не абстрактні рівні встановлення тієї чи іншої оцінки, а з визначенням конкретних практичних результатів [249]. Можливо, розглянути варіант гнучкого визначення рівня знань в залежності від окремої теми (розділу).

3. Формулювання результатів навчання. Це і є той практичний результат, який вчитель зможе оцінити з точки зору: матеріал засвоєно чи ні. Це має бути конкретний перелік вмінь і навичок, результат розв’язання окремих видів завдань (вправ). Те, що можна фізично перевірити й оцінити [303].

4. Визначення видів діяльності. Які види діяльності опанував учень? Що в нього виходить краще (гірше)? Які саме види діяльності будуть залучені в рамках вивчення даної теми? Саме на ці питання вчитель має знати відповіді під час планування змішаного навчання [249].

5. Забезпечення самостійність виконання завдань учнями. Це дуже складний пункт в плануванні, оскільки ще мало вивчений. Можна перевіряти вірогідність виконаних завдань через вхід з різних акаунтів, контролювати присутність учнів на уроках, по почерку виконаних письмових робіт, перевірка виконання завдань в режимі реального часу, контролювати ввімкненість камер та під час відповіді перевіряти зоровий контакт [303].

Тож яку обрати платформу коли планування змішаного навчання завершено? Найбільш поширеними є [249]:

– Google Клас;

– Microsoft 365;

– Moodle.

Також потрібно включати використання спеціалізованих хмарних сервісів, що можуть бути відокремленими від обраної хмарної платформи (не інтегрованими) [303]. Оскільки специфіка кожного предмету вимагає використання різноманітних онлайн-лабораторій, побудови моделей, перевірки явищ, унаочнення специфічних понять тощо [249].

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

1. Відсутнє файлове сховище. Що є серйозною перешкодою, адже вчитель та учні не зможуть завантажувати власні файли, переглядати методичні матеріали. Наявність файлового сховища значно спрощує організацію змішаного навчання. При цьому майже в кожній хмаро орієнтованій платформі подібний інструментарій наявний [303]. Що є однією з переваг у використанні саме хмаро орієнтованих платформ та сервісів.

2. Потреба у залученні додаткових сервісів. Наявність лише інструментарію для проведення онлайн-уроку (відео та текстового чату) є неефективним засобом в організації змішаного навчання [249]. Виникає потреба в залученні спеціалізованих сервісів, сервісів для проведення опитувань, сервісів для збереження довідкових матеріалів і т.д.

3. Відсутня гарантія відвідування уроків (для текстових месенджерів). Якщо вчитель обмежується виключно використанням текстових месенджерів, то дана практика призводить до прогулювання уроків та формальної вичитки матеріалу. Фактично це – самостійна робота учнів. Як правило, це формальне фіксування присутності на початку уроку і не більше. Учень може взагалі бути відсутнім на такому уроці [249].

4. Складність в організації індивідуального підходу. Месенджери чи

програми відеоконференцій не дають необхідного інструментарію для повноцінного планування та організації індивідуального підходу для кожного учня. Як правило за урок на практиці залучені лише окремі учні, в той час, як більшість залишається пасивними. Частіше це колективна (групова форма роботи), але ніяк не індивідуальна [303].

Однією з суттєвих проблем в організації змішаного навчання постає: на скільки учні самостійно виконують домашні та індивідуальні завдання. Можна надати декілька порад [303]:

1. Використовувати електронні системи для перевірки на плагіат (якщо це стосується творів, рефератів тощо) [303].

2. Обмежувати час на виконання завдань (при цьому досить жорстко). В разі порушення даної вимоги знімати бали за затримку роботи [249].

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

4. Розробляти декілька тестів (анкет, завдань) та довільно розподіляти їх між учнями (при цьому, щоб учні не знали кому який тест надіслано, лише власний). При цьому виконання таких завдань важливо обмежити в часі (щоб було менше можливостей зв’язатись один з одним) [249].

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

6. Зосередьтеся на завданнях які не просто відтворюють навчальний матеріал, а дозволяють використати на практиці вивчену теорію. Урізноманітнюйте завдання [303]. Нехай це буде не повне виконання вправи, а лише її фрагмент (виконання до конкретного етапу).

7. Не користуйтесь шкільним підручником для складання завдань контрольної роботи. Якщо вже використовуєте у своїй роботі готові завдання,

то робіть це з маловідомих збірників (підручників) [249]. І краще, щоб це був скріншот чи малюнок, а не текст (той же текст краще додати як малюнок).

При організації змішаного навчання в групових або індивідуальних формах навчання вчитель використовує крім стандартних технічних засобів також засоби AR та VR. Методика навчання вибирається залежно від плану уроку: лекція-монолог, моделювання, мозковий штурм [59].

Під час навчання учень набуває знань, умінь та навичок з певного предмета. Результатом змішаного навчання з використанням AR та VR є набуття цифрових та дослідницьких компетенцій у різних форматах навчання [59].

Якщо розглянути конкретні засоби доповненої чи віртуальної реальності, то можна запропонувати [303]:

– для фізики та хімії: MEL Chemistry VR;

– для анатомії: Anatomyou VR;

– для географії: Google Експедиції;

– для організації навчального процесу засобами AR, VR [59]: EON-XR.

Даний перелік можна продовжувати дуже довго. Але метою дослідження не є опис всіх наявних засобів доповненої чи віртуальної реальності для закладів загальної середньої освіти [59].

Проведення уроку краще спланувати з використанням окремих елементів AR, VR. Адже повне занурення у віртуальну реальність призведе до зміни організаційної форми навчання (дистанційне навчання) [59].

Використання засобів AR та VR краще за все використати для таких типів уроків [303]:

– урок засвоєння нових знань;

– урок формування умінь і навичок;

– урок узагальнення і систематизації [59];

– комбінований урок.

При цьому, якщо деталізувати структуру уроку, то краще за все використовувати інструменти AR та VR на етапах [303]:

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

– осмислення зв’язків і залежностей між елементами виучуваного (урок засвоєння нових знань, комбінований урок) [59];

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

– узагальнення та систематизація основних теоретичних положень і відповідних ідей науки (урок узагальнення і систематизації) [59].

Висновки до розділу 4

Використання цифрових технологій у сфері освіти, є актуальною проблемою, яку вивчають зарубіжні та українські вчені. Завдяки використанню цифрових технологій дистанційна освіта в умовах пандемії набула подальшого розвитку. Цифрові технології сприяють кращому засвоєнню знань та глибшому розумінню абстрактних понять завдяки наступним властивостям: мультимедійність, інтерактивність, адаптивність, диференціація тощо. За допомогою цифрових технологій, вчитель має можливість ширше застосовувати метод проектів, метод дослідження тощо.

Критеріями добору цифрових технологій для реалізації змішаного навчання у закладі загальної середньої освіти на основі праць О. М. Спіріна та Т. В. Долгової є: форми подання навчального матеріалу та мультимедійність, структура представлення інформації, взаємодія з навчальним контентом, варіативність змісту навчального матеріалу.

Хмаро орієнтована методична система підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї охоплює низку окремих методик використання хмарних сервісів (чи хмаро орієнтованої системи). До складу методичної системи належать: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована

методика); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика). Дані методики можуть впроваджуватись відокремлено в різних установах та в змісті різних курсів підвищення кваліфікації. Проте, передбачено і послідовне використання методик.

Методику використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи краще використовувати в якості базового рівня методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Дана методика призначена в першу чергу для вчителів, які планують працювати в науковому ліцеї. Методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї орієнтована на вчителів, які щойно почали працювати в науковому ліцей. Остання методика, що призначення для використання на вищому рівні, може бути застосована для вчителів наукових ліцеїв, що планують підвищити свою кваліфікацію для роботи з учнями 11 класів.

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

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

Застосування хмарних сервісів відкритої науки, зокрема, європейських дослідницьких інфраструктур; науково-освітніх мереж; хмарних сервісів збирання, подання і опрацювання даних; а також сервісів Європейської хмари відкритої науки призводить до розвитку і модернізації освітньо-наукового середовища закладів вищої освіти. Зокрема, в процесі опрацювання даних наукового дослідження можна доцільно використовувати загальнодоступні хмарні сервіси та сервіси корпоративної хмари, до яких відносимо хмарний

сервіс Power BI, що містить потужний інструментарій опрацювання експериментального масиву даних. Науковець зможе створювати динамічний звіт, попередньо проаналізувавши результати педагогічного експерименту, що значно спрощує процес подання та інтерпретації даних та перевірки висунутої гіпотези. Якщо проаналізувати програмні продукти Power BI, можна стверджувати, що для сучасного науковця інструментарію Power BI Desktop буде цілком достатньо для опрацювання вибірки експериментальних та контрольних груп по завершенню педагогічного експерименту. Проте, під час роботи над груповим проектом, краще скористатись хмарним сервісом Power BI Services, що вбудовано в Office 365.

Основні результати четвертого розділу опубліковано в роботах [59, 66, 81, 133, 149, 153, 227, 228, 230, 239, 249, 251, 331].

РОЗДІЛ 5
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

5.1 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи

Для перевірки ефективності методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та сформульованої гіпотези проведено науково-педагогічний експеримент. Експериментальна робота щодо моделювання та впровадження методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї проходила як природний, перехресний педагогічний експеримент у чотири етапи:

1) підготовчий (жовтень 2019 р.–грудень 2019 р.),

2) констатувальний (січень 2020 р.–лютий 2020 р.),

3) формувальний (березень–грудень 2020 р.),

4) контрольний (січень–травень 2021 р.).

Основні завдання педагогічного експерименту:

– виявлення вимог до вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– дослідження процесу підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів;

– виявлення основних видів діяльності суб’єктів хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї;

– на основі аналізу та узагальнення результатів формувального експерименту підтвердження гіпотези або її спростування.

Етапи педагогічного експерименту мали наступну послідовність дій:

– підготовчий етап експерименту – вибір теми, вивчення та аналіз науково-теоретичних матеріалів та існуючого досвіду з досліджуваної проблеми;

– створення програми дослідження – визначення мети, об’єкта та предмета дослідження, постановка задач, формулювання гіпотези, окреслення методів дослідження, збору та аналізу даних та складання індивідуального плану;

– укладання договору з експериментальними майданчиками про проведення експериментального дослідження;

– збір педагогічних фактів, їх кількісне та якісне опрацювання;

– оформлення результатів, висновків і методичних рекомендацій науково-педагогічного дослідження;

– впровадження результатів експерименту у систему курсів підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї у педагогічних ЗВО України.

В процесі проведення експериментальної роботи було використано наступні методи:

– аналіз праць науковців з досліджуваної проблеми;

– дослідження досвіду роботи викладачів ЗВО, вивчення окремих педагогічних досліджень;

– спостереження, бесіда, опитування та анкетування слухачів курсів підвищення кваліфікації (вчителів природничо-математичних предметів) і викладачів, що викладають дані курси;

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

– метод статистичної обробки результатів науково-педагогічного експерименту;

– узагальнення результатів діяльності викладачів та слухачів курсів

підвищення кваліфікації.

Експериментальною базою дослідження на констатувальному етапі проведення експерименту були: Державний університет «Житомирська політехніка» (м. Житомир), Криворізький державний педагогічний університет (м. Кривий Ріг), Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти (м. Рівне).

Експериментальною базою дослідження на формувальному етапі проведення експерименту були: Державний університет «Житомирська політехніка» (м. Житомир), Криворізький державний педагогічний університет (м. Кривий Ріг), Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти (м. Рівне), учасники відкритої Google групи «Відкрита наука в освіті». Загальна кількість учасників експерименту склала 859 вчителів.

В якості мети *першого етапу* експерименту (жовтень 2019 р. – грудень 2019 р.) було обрати галузь педагогіки, в якій планується експеримент, сформулювати тему дослідження, визначення нерозв'язаних проблем, окреслення з переліку проблем, основні, які можна вирішити в рамках проведення дослідження, окреслити ланку освіти та вікова категорія піддослідних, з'ясувати ступінь наявних наукових досліджень в літературі. Задля досягнення мети була проаналізована психолого-педагогічна, навчально-методична та наукова література; розглянуто Положення про науковий ліцей; вивчався досвід викладачів педагогічних ЗВО щодо використання хмарних сервісів, зокрема у курсах підвищення кваліфікації вчителів; вивчалися й аналізувалися шляхи формування компетентності з відкритої науки, зокрема вчителів природничо-математичних предметів, визначалися напрями та завдання наступних етапів науково-педагогічного експерименту.

В якості мети *другого етапу* експерименту (січень 2020 р. – лютий 2020 р.) було визначити наявний стан матеріально-технічного забезпечення експериментальних майданчиків, використання хмарних сервісів вчителями природничо-математичних предметів та визначення ставлення вчителів до хмарних сервісів відкритої науки, їх готовності використовувати хмарні сервіси

відкритої науки та рівень сформованості компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів.

Для визначення рівня сформованості компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів були обрані складники: навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення; навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею. Кожна складова розглядалась окремо та обчислювалась за рівнями: високий, достатній, середній та низький.

Узагальнюючи одержані результати констатувального етапу науково-педагогічного експерименту, можна стверджувати, що:

– більшість респондентів подають статті до фахових видань України лише для атестації та не завжди використовують раціональні шляхи для постановки і дослідження стану наукової проблеми;

– вчителі природничо-математичних предметів майже не знайомі з такими поняттями як «відкрита наука», «Європейська хмара відкритої науки» та хмарні сервіси відкритої науки;

– вчителі, здебільшого, не вважають за потрібне займатись наукою, а тим паче заохочувати до цього учнів;

– вчителі природничо-математичних предметів на початку експерименту показали низький рівень сформованості складника компетентності з відкритої науки, а саме: навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення, достатній – навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею (рівні сформованості відповідних складників статистично підтверджені);

– для організації спільної роботи учнів більшість вчителів використовує Google сервіси.

Отже, виявлено протиріччя між:

– потребою вчителя наукового ліцею в науковій діяльності та вчителі ЗЗСО не готові до того, щоб працювати в науковому ліцеї;

– зацікавленістю та готовністю вчителів використовувати хмарні сервіси відкритої науки та відсутністю методик використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів;

– необхідністю формування компетентності з відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, та не достатньою увагою, що приділяється формуванню даної компетентності в межах курсів підвищення кваліфікації.

Аналізуючи результати констатувального етапу експерименту стає зрозумілим, що усунення зазначених протиріч можливе за рахунок проектування та подальшого використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Тобто, є проблема проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

Мета *третього етапу* дослідження (березень – грудень 2020 р.) полягала в перевірці ефективності застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та порівнянні рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів експериментальних і контрольних груп. Досягненню даної мети сприяла реалізація окремих методик (чи їх елементів) методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, а саме: методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика); методика використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів у науковому ліцеї (спеціалізована методика); методика використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика). В процесі проведення формувального етапу експерименту було виконано два

проміжні зрізи, які дозволили зробити висновок стосовно сформованості компетентності з відкритої науки за окремими складниками. Окрім отого для порівняння з рівнем сформованості компетентності з відкритої науки на констатутвальному етапі проведення експерименту було виконано, по завершенню формувального етапу, повторне вимірювання рівнів компетентності з відкритої науки.

В якості мети *четвертого етапу* (січень – травень 2021 р.) було виявлення результатів формувального впливу. Задля цього було перевірено статистично однорідність контрольної та експериментальної груп, статистично опрацьовані результати та проаналізовано рівні сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів. Гіпотеза одержала експериментальне підтвердження.

5.2 Статистичне опрацювання та аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту

В межах виконання наукового дослідження «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти» (ДР № 0118U003161, 2018 – 2020 рр.), що виконувався в Інституті цифровізації освіти НАПН України, у 2019 році було розпочато експеримент «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї» [65].

Мета констатувального етапу педагогічного експерименту: з’ясувати наявний стан використання сервісів вчителями природничо-математичних предметів під час підготовки навчальних матеріалів; з’ясувати готовність вчителів виконувати особисто та навчати учнів проводити науково-дослідну роботу; визначити стан обізнаності вчителів з приводу функцій та вимог в наукових ліцеях [65].

На констатувальному етапі експериментальною базою були: Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти (2019 р.) та Державний

університет «Житомирська політехніка» (2020 р.). при цьому було застосовано наступні методи: анкетування, бесіди та спостереження. На етапі, коли було визначено експериментальні майданчики, було розроблено дві анкети для кожного закладу окремо [65].

Експериментальна база дослідження: Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти

Анкета, розроблена для слухачів двох груп учителів математики Рівненського обласного інститут післядипломної педагогічної освіти, складалась з 13 закритих запитань (2 дихотомічних та 11 альтернативних багатоваріантних) та одного відкритого, короткого. Респондент на початку анкети зазначає в якому місті він працює (вчителі були з різних міст Рівненської області, задля визначення територіального розподілу) та свій навчальний заклад. Наступний пункт – слід вказати які предмети читає респондент, оскільки в школі вчитель математики може додатково навчати і іншим предметам. Так, з опитаних 45 респондентів є не лише вчителі математики (табл. 5.1), але серед опитаних було 2 методисти та 4 викладачів.

Таблиця 5.1.

Розподіл вчителів за навчальними предметами

Назва навчального предмету	**Кількість респондентів**
Математика (алгебра, геометрія)	35
Інформатика	6
Фізика	6
Захист Вітчизни	1
Образотворче мистецтво	1
Астрономія	1

На меті було з’ясувати обізнаність вчителів математики основним положенням та умовам роботи в науковому ліцеї, наскільки вчителі зацікавлені в проведенні наукових досліджень (одна з основних вимог роботи в науковому ліцеї) та залученні учнів до науково-дослідної роботи.

Одним з ключових питань було визначити, чи розуміють респонденти, наскільки важливо вчителю наукового ліцею займатися науковою діяльністю,

оскільки це є основною вимогою [65]. Було з'ясовано, що більшість вчителів (43 респонденти з 45 опитаних, що складає 96 %) вважає, що вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю (рис. 5.1).

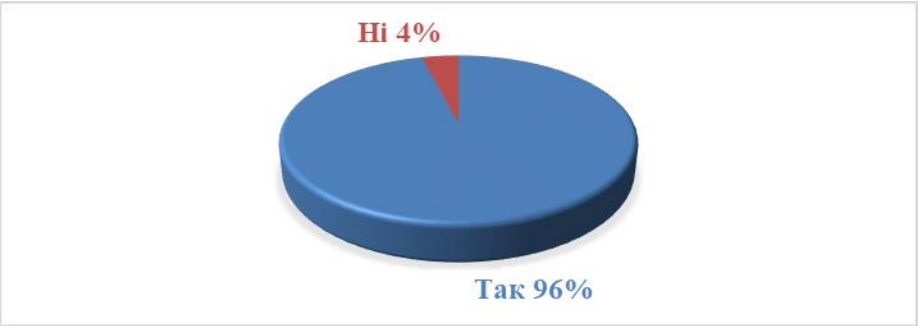


Рис. 5.1. Потреба вчителя наукового ліцею в науковій діяльності

При цьому вчителі, які брали участь в опитуванні, зокрема, подають статті до фахових видань України лише для атестації (рис. 5.2) – 34 респондента (76 %) [65].

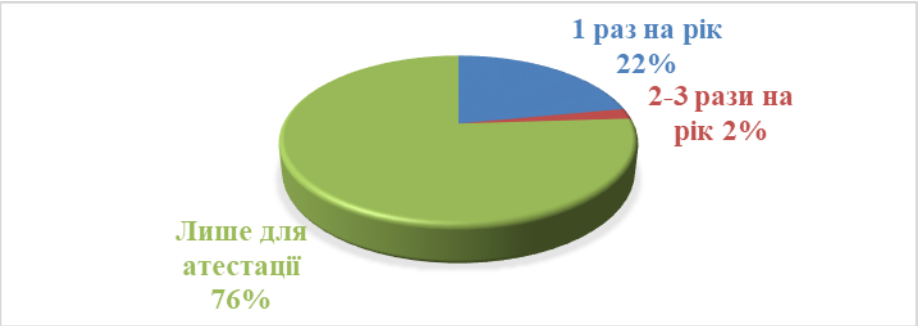


Рис. 5.2. Подання статей до фахових видань України

Лише 10 вчителів (22 %) подають статтю до фахового видання принаймні 1 раз на рік. Це є свідченням того, що вчителі не дуже охоче публікують власні дослідження, або ж у них на це не вистачає часу [65]. Ще одна з можливих причин – вчителі не вважають за потрібне займатись науковими дослідженнями. Дані причини були встановлені під час проведення бесід та уточнення тих чи інших питань пов'язаних з проведеним анкетуванням.

В змісті хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є необхідність у використанні англомовних ресурсів та сервісів (спеціалізовані та

загального призначення). Тому на меті було – визначити, чи спроможні вчителі використовувати англомовні ресурси (не обов'язково хмаро орієнтовані). Однак, результати були не досить втішні: 35 респондентів (78 %) не використовують жодних англомовних ресурсів чи сервісів (рис. 5.3). Це є свідченням того, що задля апробації та подальшого впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї слід розробити детальні організаційні інструкції з використанням окремих інструментів та сервісів (зокрема англомовних) [65].

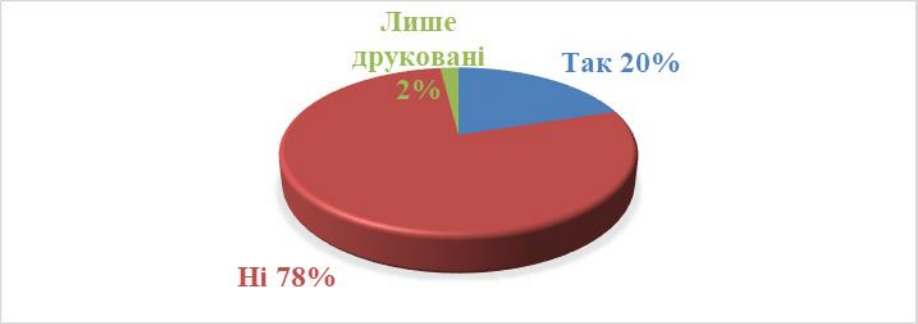


Рис. 5.3. Використання вчителями англомовних ресурсів (сервісів)

Якщо ж вчитель використовує лише друковані англомовні ресурси, то можливо знадобляться окремі дослідження з приводу з'ясування рівня навичок використання хмарних сервісів. Під час бесіди було з'ясовано, що вчителі мають бажання працювати з англомовними сервісами, однак, попередньо потребують опанування навичок роботи з перекладачем онлайн чи встановлення плагінів та додатків, щоб прискорити роботу та зробити її більш комфортною. Подібні підготовчі моменти не будуть відволікати від навчального процесу та зекономлять час і сили (вчителю не потрібно перекладати кожне меню чи кнопку з друкованим словником, адже, на жаль, існують і такі ситуації).

Задля з'ясування умінь та навичок проведення науково-дослідної роботи респонденти відповіли на питання що стосуються: дослідження стану наукової проблеми (рис. 5.4), участі у науковій діяльності (рис. 5.5) та впровадження

одержаних результатів дослідження (рис. 5.6).

Рис. 5.4. Що використати для постановки і дослідження стану наукової проблеми

Досить цікавим результатом стало те, що респонденти знайомі з сервісами відкритої науки (21 чоловік, що становить 47 %). 22 респонденти (49 %) відповіли, що для постановки та дослідження стану наукової проблеми спираються на власний досвід (рис. 5.4), однак цього недостатньо, оскільки в даному випадку наукова проблема не буде досліджена в повному обсязі. Варіанти відповідей на питання анкети формувались таким чином, щоб охопити і кожен аспект проблеми, і щоб розглянути якомога більше можливих життєвих варіантів.

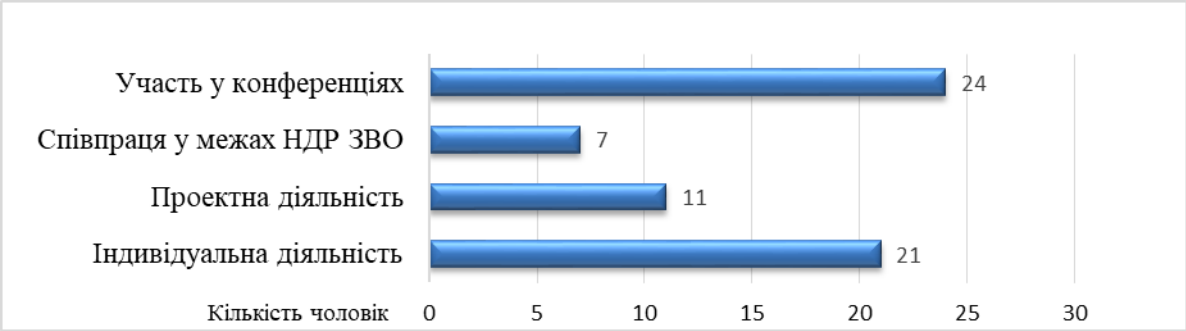


Рис. 5.5. Шляхи участі у науковій діяльності

Найпоширенішими шляхами для участі у науковій діяльності, які використовують вчителі, виявилися (рис. 5.5): участь у конференціях (24 респонденти, 53 %) та індивідуальна наукова діяльність (21 респондент, 47 %). Можливо для ЗЗСО цього буде цілком достатньо (принаймні участі у конференціях), однак, якщо вчитель планує працювати у науковому ліцеї, то

неабияку роль відіграватиме співпраця з ЗВО та проектна діяльність. Індивідуальна наукова діяльність без комбінації з іншими шляхами участі у науковій діяльності, взагалі дасть досить слабкий результат, адже в цьому разі відсутні обговорення, обмін досвідом та конструктивна критика (обговорення існуючих методик, встановлення нових зв'язків).

Серед шляхів впровадження і використання одержаних результатів дослідження найпоширенішими є (рис. 5.6): публікація методичних матеріалів (обрали 22 респондента, 49 %) та самостійне впровадження (обрано 19 опитаними, 42 %) [65].

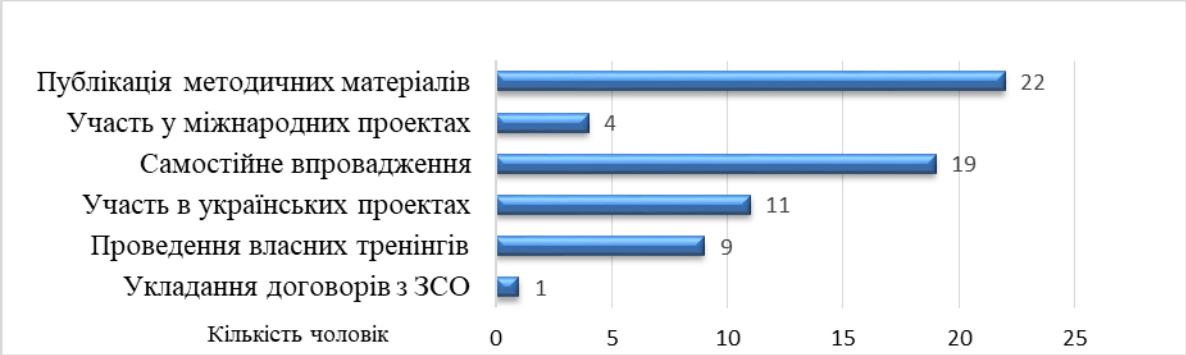


Рис. 5.6. Шляхи впровадження і використання одержаних результатів дослідження

При цьому самостійне впровадження не є досить ефективним шляхом, адже один вчитель не зможе охопити географічно досить велику кількість учасників. Тому дане впровадження буде локальним та доступне лише вузькому колу учасників (особливо якщо вчитель недостатньо оприлюднює результати своїх напрацювань, що показують попередні результати опитувань).

Експериментальна база дослідження: Державний університет «Житомирська політехніка»

Анкета «Навички роботи з хмарними сервісами», розроблена для чотирьох груп слухачів дистанційного курсу на базі Державного університету «Житомирська політехніка», складалась з 13 закритих запитань (3 дихотомічних та 10 альтернативних багатоваріантних) та одного відкритого, короткого. Окремі питання анкети дублюються з тими, що були в анкеті для

учителів математики Рівненського обласного інститут післядипломної педагогічної освіти. Так само як і в попередньому анкетуванні респондент зазначає в якому місті він працює (в опитуванні взяли участь освітяни з усіх областей України) та свій навчальний заклад. Обов'язкове поле для заповнення – слід зазначити, які предмети читає респондент (слід було охопити не лише вчителів математики, оскільки цільова група – вчителі природничо-математичних предметів). Так серед опитаних 824 респондентів (4 групи слухачів) були вчителі: інформатики, математики, української мови та літератури, англійської мови, історії, біології, фізики, зарубіжної літератури, географії, хімії [65].

Так, якщо проаналізувати питання, які наявні в обох анкетах, то можна прослідкувати певні закономірності. Більшість респондентів (789 чоловік) вважає, що вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю (95,8 %). Якщо ж оцінювати використання вчителями англомовних ресурсів (сервісів), то можна сказати, що 66,9 % (551 респондент) не використовує, 31,8 % (262 респонденти) використовують такі ресурси та 1,3 % (11 чоловік) користуються лише друкованими англомовними ресурсами [65].

Одним з основних питань під час проведення констатувального етапу педагогічного експерименту є визначення найбільш розповсюджених сервісів серед вчителів, що використовуються ними під час підготовки до уроку (рис. 5.7). Це питання вкрай важливе, адже для подальшого впровадження хмаро орієнтованої методичної системи, потрібно мати хоча базові знання для використання хмарних сервісів та їх принципи роботи. Як видно з результатів опитування лише 548 респондентів використовують хмарні сервіси в підготовці до уроку (66,5 %). 574 (69,7 %) – все ще звикли користуватись локальними засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Тобто вчителі не можуть навіть оцінити переваги хмарних сервісів та їх використання в організації групової роботи учнів.

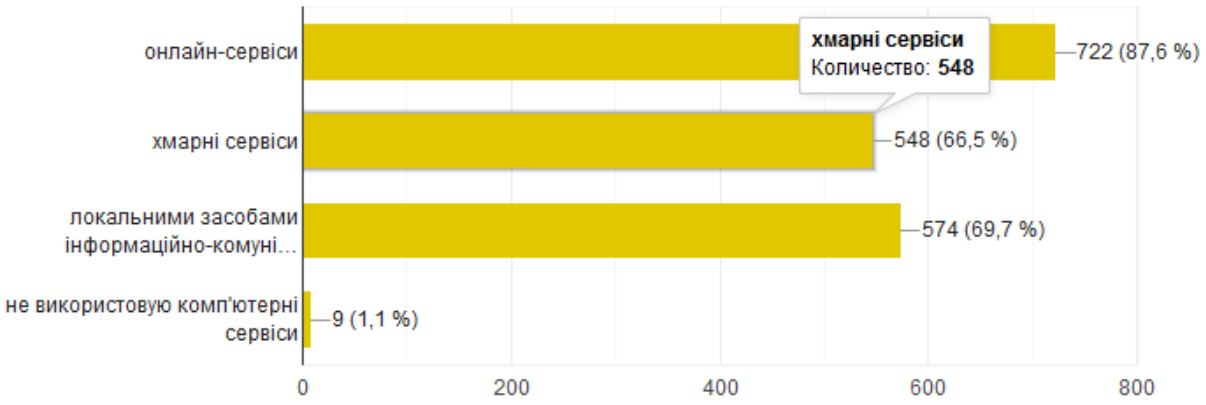


Рис. 5.7. Використання вчителями сервісів для підготовки до уроку

Наступним етапом дослідження проблеми було провести опитування з приводу навичок та вмінь вчителів використовувати окремі ресурси та сервіси на різних етапах проведення наукового дослідження. Адже, якщо вчитель в достатній мірі володіє навичками роботи з сервісами, то він в подальшому зможе навчити цього і своїх учнів запропонувавши їм як альтернативу, наприклад Google таблиць. Які саме ресурси використовують вчителі для пошуку наукової (навчально-методичної) літератури показано на рис. 5.8. Серед варіантів відповідей обирали найбільш розповсюжденіші сервіси, ті які доступні вчителям [65]. Також, до переліку були включені сервіси відкритої науки, оскільки вони можуть виступати окремими компонентами хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї.

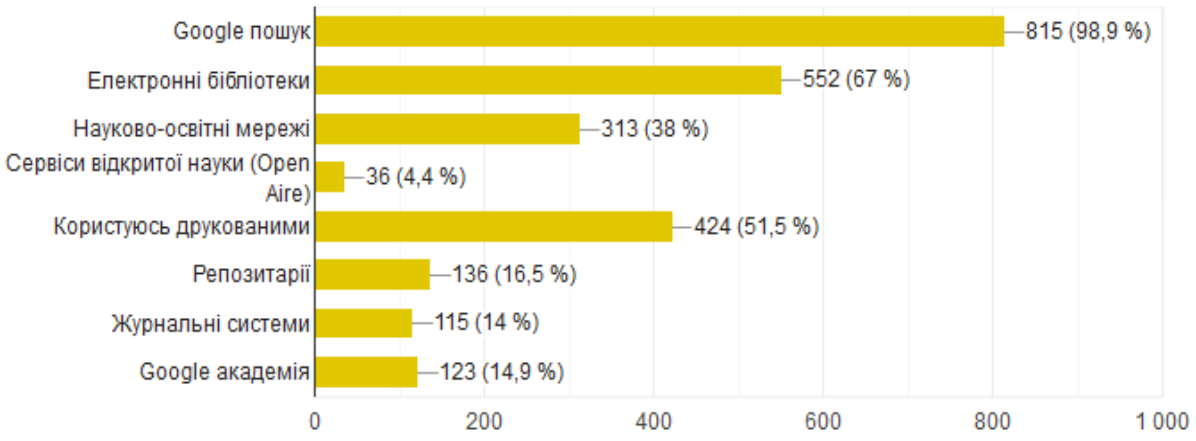


Рис. 5.8. Використання вчителями сервісів для пошуку літератури [65]

Як видно з діаграми, 98,9 % опитаних (815 респондентів) використовують пошук в Google. Майже половина респондентів (424 чоловік, що складає 51,5 %) користуються друкованими матеріалами для пошуку потрібного матеріалу. При цьому, майже поза увагою залишаються репозитарії (16,5 %), журнальні системи (14 %) та Google Академія (14,9 %). Зрозуміло, що досить незначна кількість вчителів використовує сервіси відкритої науки (4,4 %), оскільки чверть (лише 26,8 %) з опитаних знайомі з концепцією відкритої науки (рис. 5.9). Це 221 респондент (26,8 %) з 824.

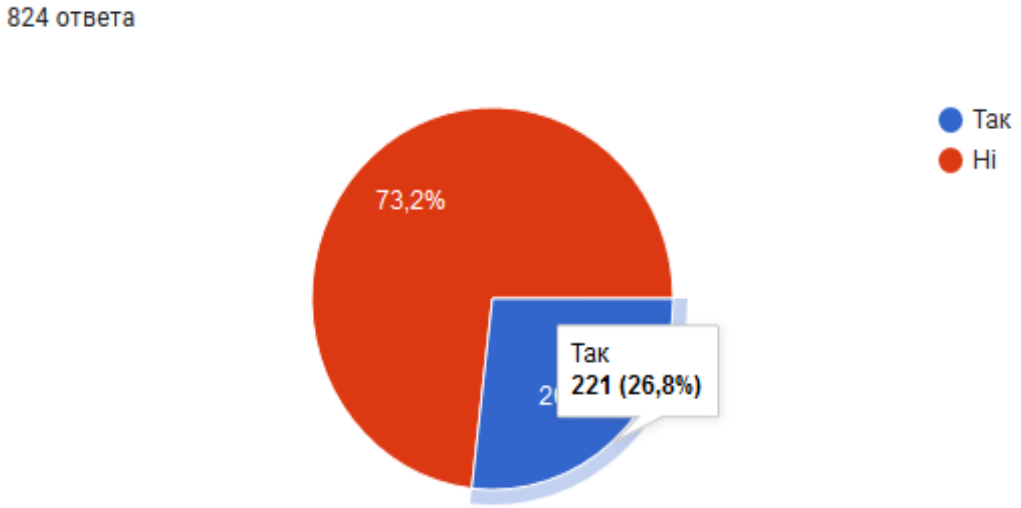


Рис. 5.9. Обізнаність вчителів з концепцією відкритої науки

Про Європейську хмару відкритої науки знають ще менше респондентів – 191 (з 824 опитаних), що складає 23,2 % (рис. 5.10). Ці питання були необхідні задля з’ясування стану обізнаності вчителів з останніми науковими тенденціями. Адже використання окремих компонентів Європейської хмари відкритої науки може бути досить корисним для підвищення кваліфікації вчителів до роботи в науковому ліцеї. Окрім цього, Європейська хмара відкритої науки містить близько 220 хмарних сервісів, які вчитель може вдало використати в навчальному процесі (основна перевага – вільний та безкоштовний доступ). Але це можливо лише за наявності відповідних методик.

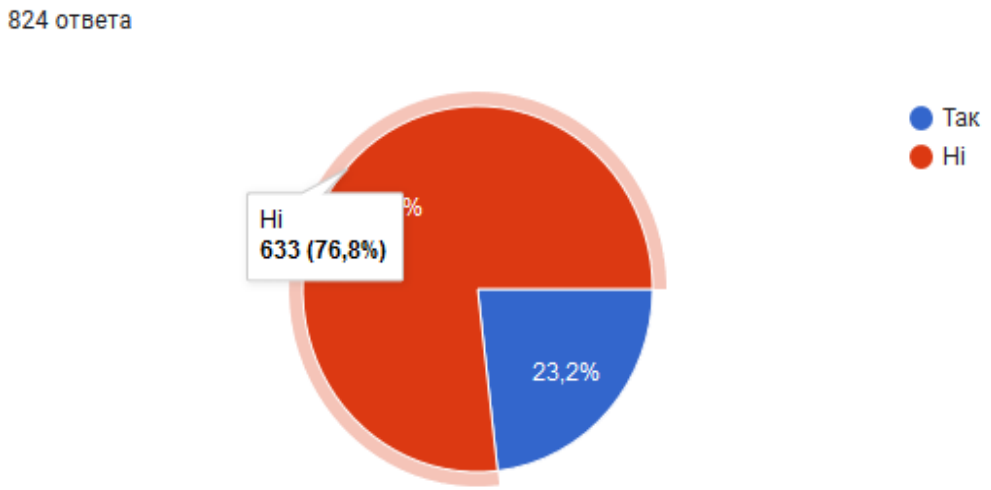


Рис. 5.10. Обізнаність вчителів про Європейську хмару відкритої науки

Вчителі наукових ліцеїв повинні не лише привносити наукову складову в навчальний процес, але й вміти організовувати кожен етап науково-дослідної роботи учнів з використанням сучасних засобів ІКТ. Мабуть, одними з провідних сервісів, можна вважати саме хмарні сервіси, оскільки вони зорієнтовані на використання будь де та будь коли (на будь якому пристрої) та не обмежують учнів у використанні лише досить потужних пристроїв (не залежать від технічних характеристик того чи іншого пристрою) [65]. Тому було досліджено використання вчителями того чи іншого сервісу для організації спільної роботи учнів (рис. 5.11). Як видно з діаграми, найбільшою популярністю у вчителів користуються Google сервіси, їх обрали 667 респондентів (80,9 %). Лише 20,3 % опитаних (167 чоловік) використовують для організації спільної роботи учнів класу системи дистанційних курсів на зразок Moodle. Прикро, що 94 респонденти (з 824 опитаних, 11,4 %) не використовують жодних сервісів для організації групової роботи учнів.

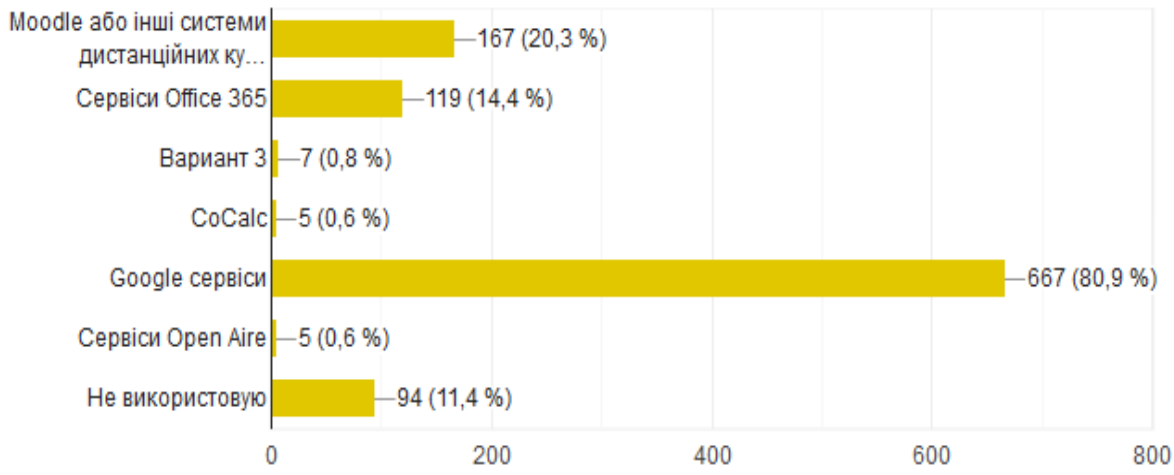


Рис. 5.11. Використання вчителями сервісів для організації спільної роботи учнів [65]

Аналіз відповідей (рис. 5.11) свідчить про низький рівень використання вчителями систем дистанційного навчання, спеціалізованих хмарних сервісів та окремого інструментарію Європейської хмари відкритої науки (0,6 %). Це свідчить про те, що існують певні проблеми в підготовці вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, адже дана ситуація унеможливлює повноцінну організацію навчального процесу з використанням сучасних хмарних сервісів, засобів ІКТ на досить високому, науковому рівні.

Опитування вчителів щодо стану використання сервісів відкритої науки.

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

Окремим запитанням було досліджено використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами (рис. 5.12).

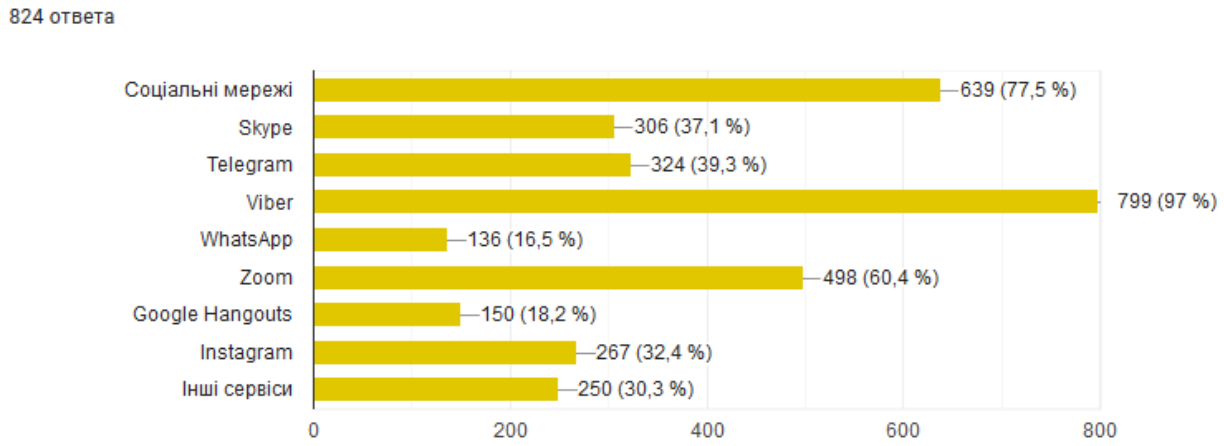


Рис. 5.12. Розподіл використання сервісів вчителями для комунікації з учнями чи колегами

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

Вважаємо, що частково проблема незначного використання вчителями сервісів відкритої науки, полягає в тому, що більшість з них – англомовні. Так лише 262 респонденти (31,8 %) використовують англомовні ресурси та сервіси (рис. 5.13). Дехто з респондентів надає перевагу лише друкованим ресурсам, це 11 респондентів (1,3 %). Однак, переважна більшість (551 респондент, що складає 66,9 %) не використовує взагалі англомовні сервіси. З бесіди, стало зрозуміло, що це пов’язано з недостатнім рівнем володіння вчителями англійською мовою. Однак, локалізованих сервісів, що можна використати в освітньому процесі не багато. Не беручи до уваги сервіси відкритої науки.

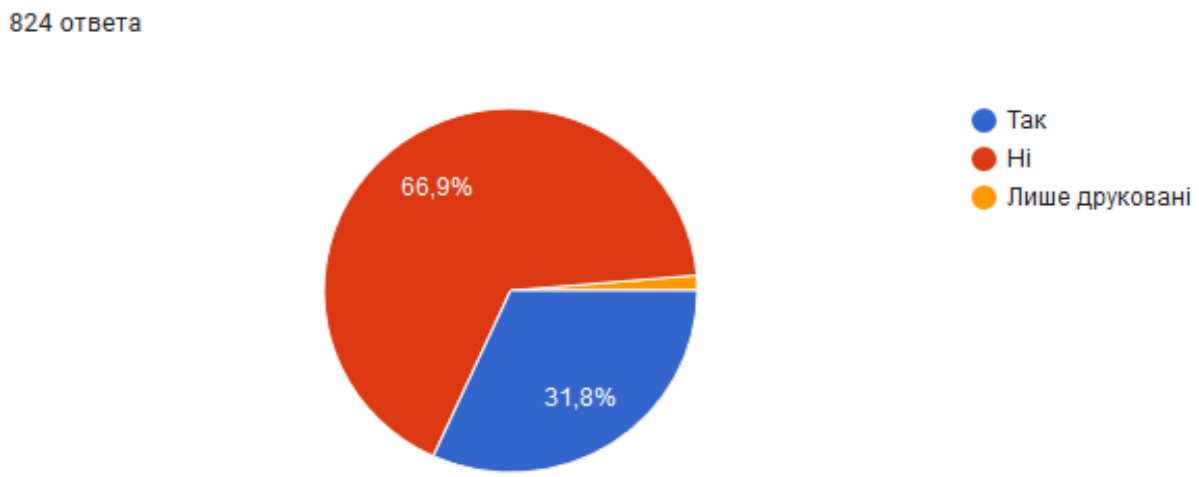


Рис. 5.13. Відсотковий розподіл використання вчителями англомовних ресурсів чи сервісів

Про низьку обізнаність з перевагами використання сервісів відкритої науки, можуть свідчити результати опитування (рис. 5.14) щодо можливих шляхів оприлюднення наукових результатів. При цьому одним з провідних шляхів вчителі вважають друк в фаховому журналі 523 (63,5 %). Однак, лише 310 респондентів (37,6 %) обрали розміщення матеріалів в електронних бібліотеках. Хоча, як показує аналіз наукової літератури, в Україні саме електронні бібліотеки з відкритим доступом перегляду та завантаження матеріалів можна вважати одним з сервісів відкритої науки.

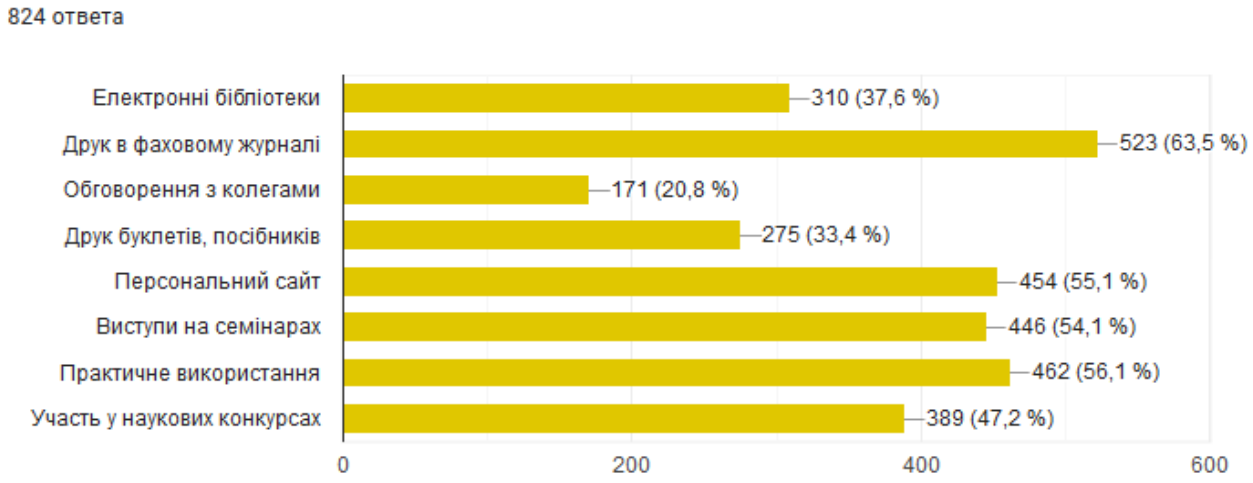


Рис. 5.14. Шляхи оприлюднення наукових результатів

Також досить часто вчителі власні напрацювання розміщують на

персональному сайті (454, що становить 55,1 %) чи практично використовують: одноосібно чи разом з колегами (462 чи 56,1 %).

Констатувальний етап педагогічного експерименту показав, що наразі більшість вчителів природничо-математичних предметів вже знайомі з хмарними сервісами та 66,5 % з усіх опитаних (824 чоловік) та активно ними користуються (рис. 5.15).

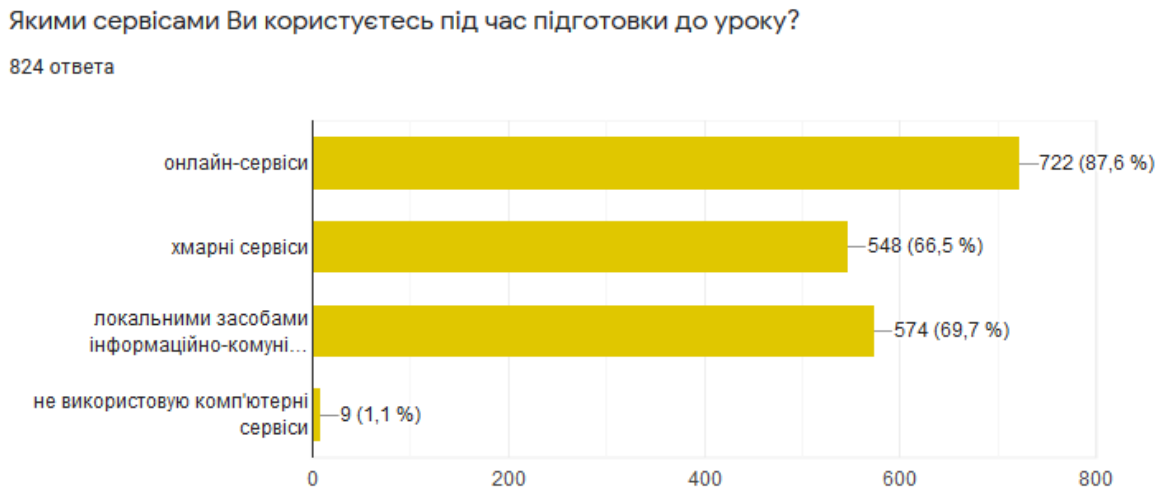


Рис. 5.15. Використання сервісів під час підготовки до уроку

Опитування передбачало можливість обрати декілька варіантів відповідей, тому з діаграми видно, що найбільш розповсюдженими сервісами є – онлайн-сервіси (87,6 %). Однак, під час бесіди та спостережень виявилось, що більшість респондентів знайомі лише з Google сервісами (рис. 5.16) чи сервісами Microsoft 365 (раніше – Office 365).

Оскільки впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї у навчальний процес передбачає роботу з інструментарієм Європейської хмари відкритої науки, то постало питання навичок роботи з англомовними сервісами (які хоча і безкоштовні, проте не локалізовані). Було з’ясовано, що у вчителів найбільше труднощів викликають англомовні сервіси, оскільки наразі відсутні методики їх використання та організації роботи та навчального процесу в цілому.

Рис. 5.16. Використання сервісів для організації спільної роботи

Так, 66,9 % (551 респондент) відповіли, що не використовують англомовних ресурсів чи сервісів. Спостереження за декількома групами вчителів, що проходили курси підвищення кваліфікації показало, що впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї вимагає попередньої підготовки, зокрема навичок роботи з перекладачем, налаштувань браузера для автоматичного перекладу інтерфейсу хмарного сервісу чи хоча б базового рівня володінням англійської мови (рис. 5.17). До того ж, окремим пунктом розглядаються спеціалізовані хмарні сервіси які також не локалізовані та вимагають попередньої підготовки та готовності їх опановувати.

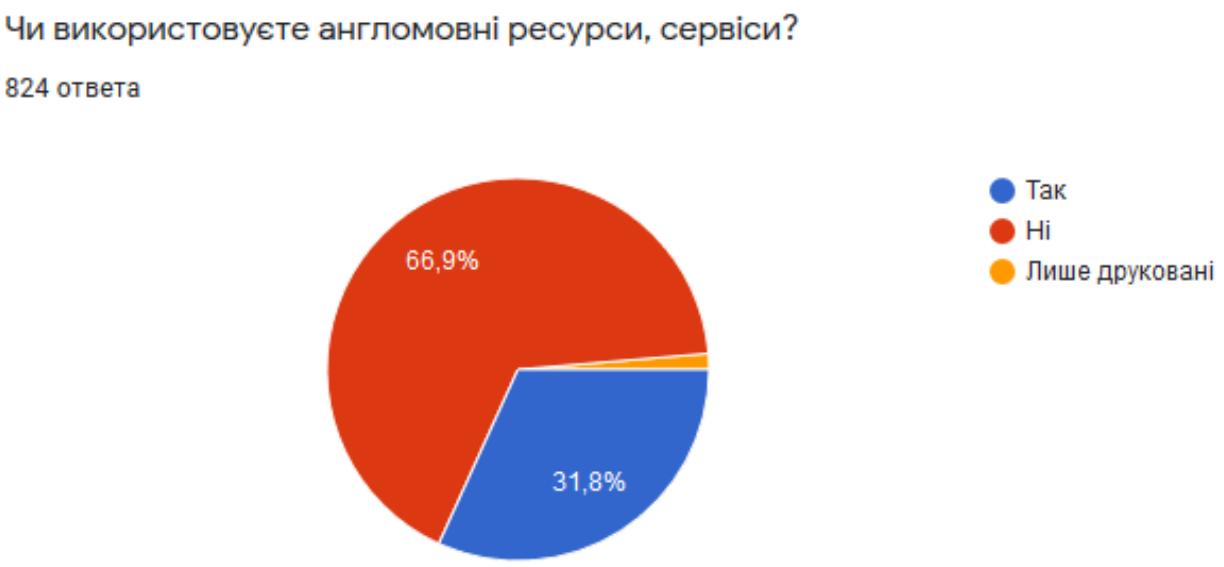


Рис. 5.17. Використання вчителями англомовних ресурсів

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

Проміжні спостереження на інших експериментальних майданчиках, показують, що під час впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї можуть виникати певні труднощі:

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

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

3. Можливий варіант, коли в окремій місцевості відсутнє повне чи

часткове інтернет-з’єднання, а учасники експерименту обмежені часовими рамками.

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

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

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

Усі ці проблеми були враховані в експериментальному впровадженні хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї у навчальний процес Херсонського державного університету.

На початку проведення експериментального впровадження хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї у навчальний процес Криворізького державного педагогічного університету було опитано групу вчителів математики (17 респондентів) на предмет розвитку дослідницьких навичок учнів (рис. 5.18). Слухачі курсу підвищення кваліфікації вважають, що одним з найкращих шляхів є використання добору творчих завдань (відповіли 14 респондентів). Лише 9 вчителів з 17 опитаних займаються з учнями на факультативі та вважають цей шлях не надто дієвим. Чомусь лише 4 вчителі вважають, що більш складні завдання допоможуть розвинути дослідницькі навички в учнів.

Рис. 5.18. Шляхи розвитку дослідницьких навичок учнів

Окремі питання стосувались попередніх знань за тематикою курсу підвищення кваліфікації (рис. 5.18). Загальна кількість респондентів в даному опитуванні склала 19 слухачів курсу підвищення кваліфікації. Виявилось, що до проходження курсу підвищення кваліфікації більшість респондентів (16 вчителів з 19 опитаних) не були знайомі ані з концепцією відкритої науки, її принципами та не знають що собою представляє Європейська хмара відкритої науки (EOSC). При цьому виключно всі респонденти відповіли, що для пошуку навчальної літератури користуються виключно відкритими електронними ресурсами (рис. 5.19).

Контрольні й експериментальні групи формувались у такий спосіб [218]:

– до складу *контрольних груп* (КГ) увійшли п’ять груп слухачів дистанційних курсів освітян на базі Державного університету «Житомирська політехніка», Криворізького державного педагогічного університету, групи слухачів, що є учасниками відкритої Google-групи «Відкрита наука в освіті». Слухачі контрольних груп проходили курси підвищення кваліфікації з науковою складовою, але без застосування авторської методики використання сервісів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [218];

– до складу *експериментальних груп* (ЕГ) увійшли чотири групи слухачів дистанційного курсу освітян на базі Державного університету «Житомирська

політехніка» (395 осіб). Слухачі експериментальних груп навчалися за авторською методикою використання сервісів хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, що є складником хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї [218].

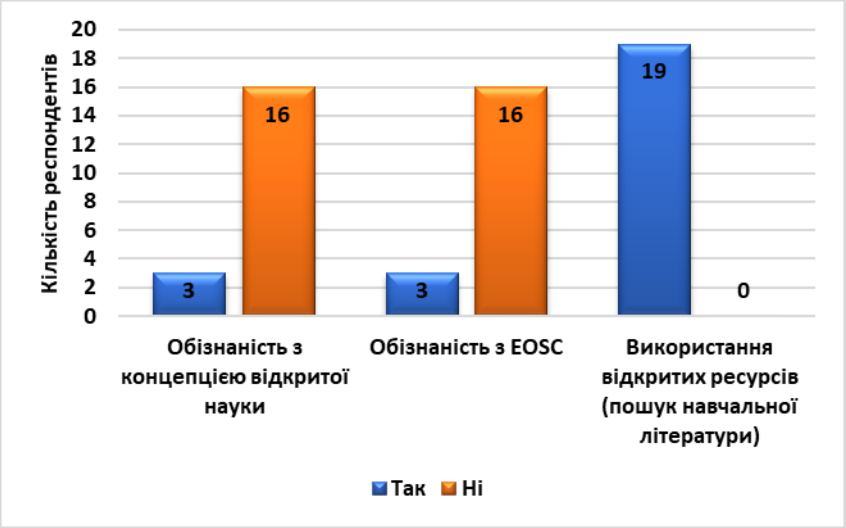


Рис. 5.19. Попередня обізнаність слухачів за тематикою відкритої науки

Склад контрольних та експериментальних груп наведено в табл. 4.1 [218].

Була спроба урівняти фактори, що впливають на процес навчання: у контрольних групах до змісту курсів підвищення кваліфікації обов'язково мала входити наукова складова (модуль, окремі теми, розділи); в експерименті обов'язково враховували, яких предметів навчають учителі (обов'язкова умова: природничо-математичні предмети) [218].

Щоб з'ясувати *стан сформованості компетентності з відкритої науки* та оцінити ефективність використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, виконували констатувальні зрізи таких складників компетентності з відкритої науки: навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення (рис. 4). Кожний

складник розглядали окремо й обчислювали за рівнями: високим, достатнім, середнім та низьким [218].

Таблиця 4.1

Склад контрольних та експериментальних груп

Групи	**Номер групи (умовний) та кількість слухачів за роками**			**Разом**
	2019 – 2020	**2020**	**2021**	
Контрольні	1 група (45) 2 група (24)	3 група (17)	4 група (36) 5 група (19)	141
Експериментальні	–	1 група (101) 2 група (98) 3 група (98) 4 група (98)	–	395
Разом	69	412	55	536

Високий – в педагогічній діяльності повністю дотримується всіх принципів відкритої науки та розуміє їх значущість для освіти та професійної діяльності [149].

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

Середній – в педагогічній діяльності дотримується лише окремих принципів відкритої науки [149].

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

Аналізуючи констатувальні зрізи, можна зробити висновок, про те, що слухачі мають достатній рівень сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею, низький – навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення.

На основі даних, наведених на рис. 5.20, спочатку перевіримо достовірність гіпотези про відсутність, з статистичної точки зору, відмінностей між рівнями сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею експериментальних і контрольних груп за результатами

констатувального зрізу. Для цього скористаємося критерієм Фішера [267].

Сформулюємо гіпотези [218]:

H_0: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею показали високий та достатній рівень не більше, ніж у контрольних групах [218];

H_1: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею показали високий та достатній рівень більше, ніж у контрольних групах [218].

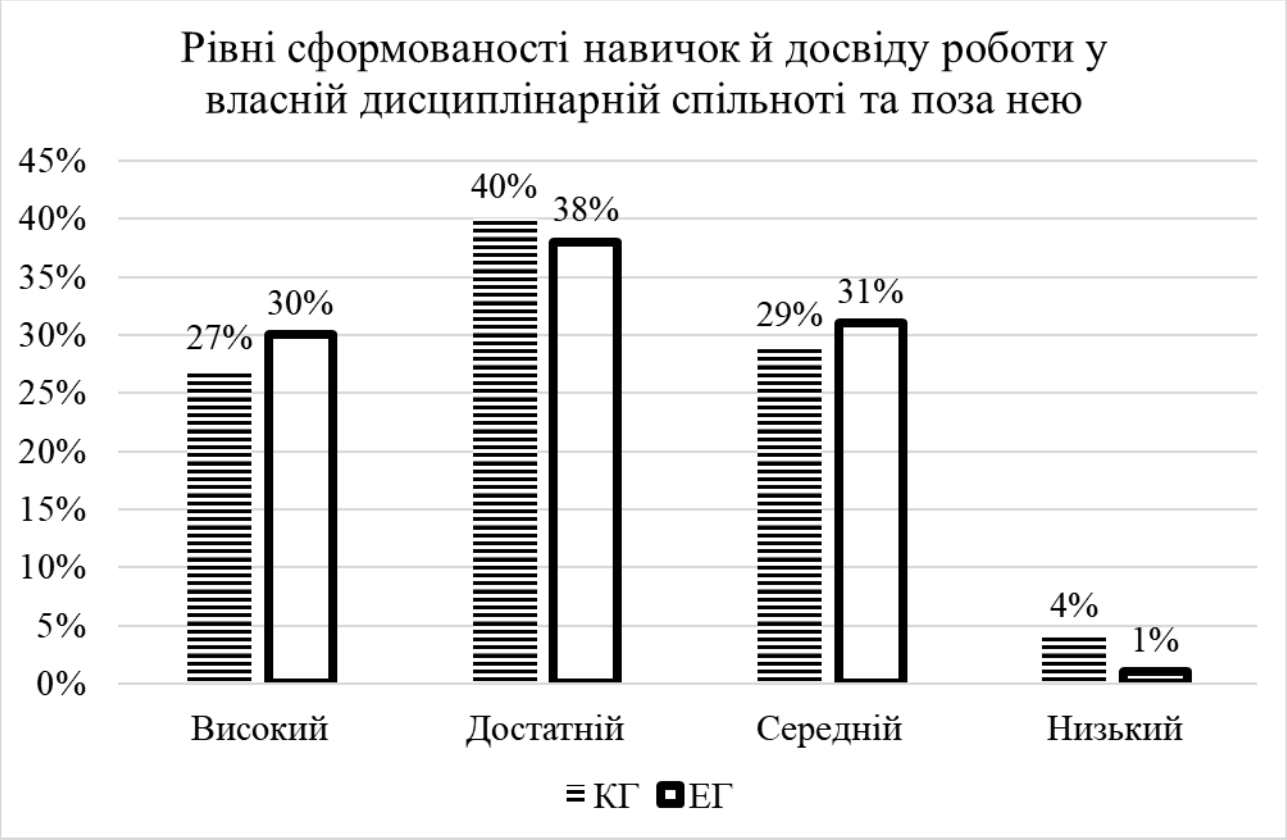


Рис. 5.20. Порівняння розподілів експериментальних та контрольних груп слухачів за рівнями сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею на констатувальному етапі експерименту

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицю емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею зазначені високий та достатній,

то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 5.2). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце [218].

Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера:

а) жодна з часток, що порівнюються, не дорівнює нулю;

б) кількість спостережень у обох вибірках більше 5, що дозволяє будь-які співставлення.

За критичне значення критерію Фішера для кожного із зазначених складників системи оберемо – 1,6449 [218].

Таблиця 5.2

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та достатній рівні сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею на констатувальному етапі експерименту

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	95	67 %	46	33 %	141
Експериментальні	269	68 %	126	32 %	395
Всього	364		172		536

Емпіричне значення критерію Фішера – 0,1582. Характеристики порівнюваних вибірок збігаються на рівні значущості 0,05 [218].

Тобто емпіричне значення 0,1582 знаходиться у *зоні незначущості* і гіпотеза H_0 приймається. Це означає, що достовірно, з рівнем значущості 0,05, що частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею показали високий та достатній рівень не більше, ніж у контрольних групах [218].

На основі даних, наведених на рис. 5.21, перевіримо достовірність гіпотези про відсутність, з статистичної точки зору, відмінностей між рівнями

сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення (як складника компетентності з відкритої науки) експериментальних і контрольних груп. Для цього скористаємося критерієм Фішера.

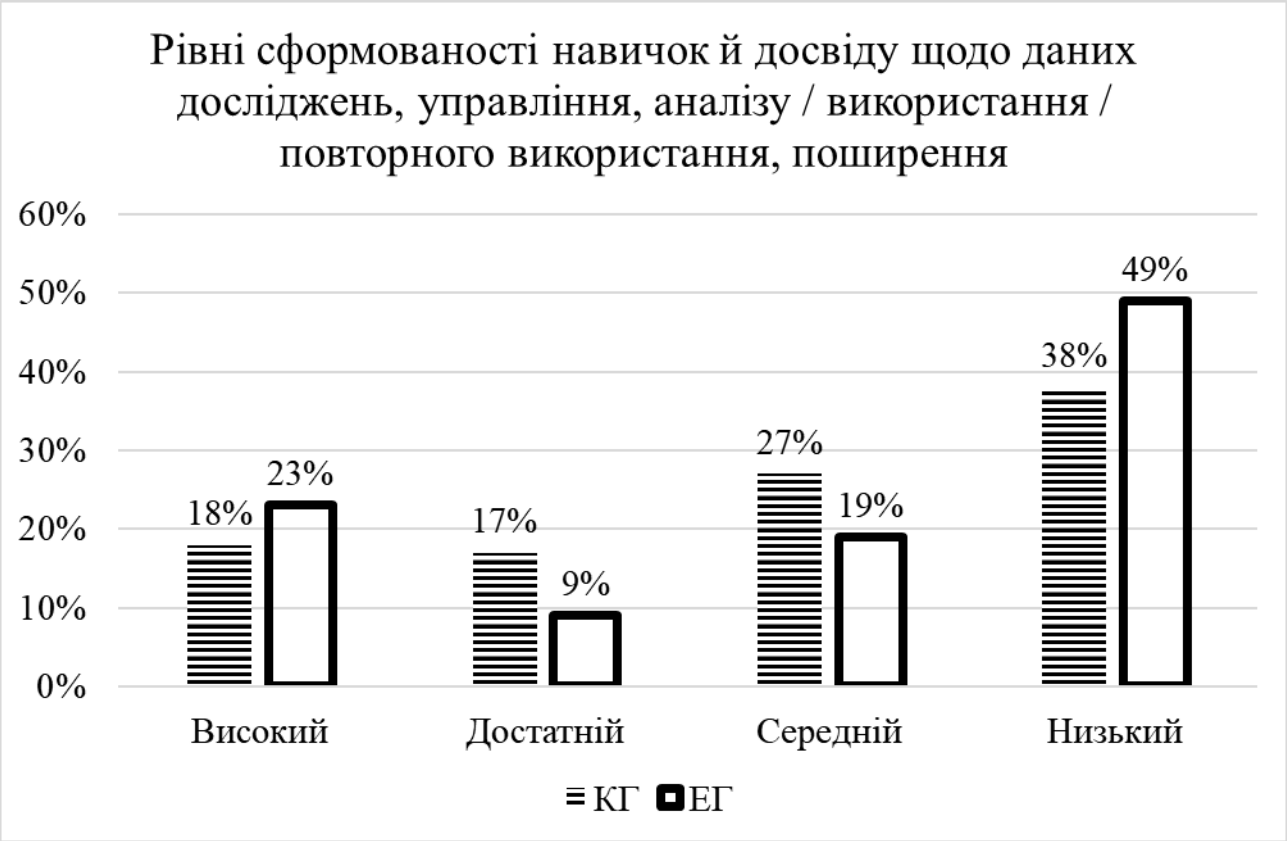


Рис. 5.21. Порівняння розподілів експериментальних та контрольних груп слухачів за рівнями сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення на констатувальному етапі експерименту

Сформулюємо гіпотези:

H_0: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення показали високий та достатній рівень не більше, ніж у контрольних групах;

H_1: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення показали

високий та достатній рівень більша, ніж у контрольних групах.

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення зазначені високий та достатній, то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 5.3). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце.

Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера.

Таблиця 5.3

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та достатній рівні сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	49	35 %	92	65 %	141
Експериментальні	126	32 %	269	68 %	395
Всього	175		361		536

Емпіричне значення критерію Фішера – 0,6171, критичне – 1,6449. Характеристики порівнюваних вибірок збігаються на рівні значущості 0,05. Тобто емпіричне значення 0,6171 знаходиться у *зоні незначущості* і гіпотеза H_0 приймається. Це означає, що достовірно, з рівнем значущості 0,05, що частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення показали високий та достатній рівень не більше, ніж у контрольних групах.

5.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту

Дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян» проходив протягом п’яти робочих днів – з 18 травня 2020 року по 22 травня 2020 року. Необхідною основою для даного курсу було опанування попереднього дистанційного курсу «Хмарні технології у дистанційному навчанні в умовах карантину» (що проходив з 30.03.2020 р. по 17.04.2020 р.). Базою для проведення дистанційних курсів був Державний університет «Житомирська політехніка».

Усього зареєстрованих учасників курсу було 921, однак підключились до курсу та розпочали роботу 774. Ще менша кількість учасників успішно завершили курс – лише 643. Оскільки на початку всього зареєстрованих учасників дистанційного курсу було 921 чол., тому задля зручності їх було розподілено на чотири групи по 230 чол. (перша група 231 чол.). За результатами заповнення заявки для проходження курсів було складено список усіх учасників (за алфавітом). У кожній групі даний список разом з електронними адресами було оприлюднено для виконання завдання на відпрацювання навичок колективної та групової роботи. Дистанційний курс розроблено на базі Google Classroom (на момент проведення курсу використання сервісу було безкоштовним). Більша частина учасників по завершенню курсу «Хмарні технології у дистанційному навчанні в умовах карантину» була знайома з даним сервісом (85 %) [127]. Проте, в окремому розділі курсу (Організаційні питання) було розміщено інструкцію для користувача Google Classroom [149].

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

вчителів закладів загальної середньої освіти – 395 [149].

По завершенню курсу учасники пройшли опитування. Аналізуючи одержані результати, можна стверджувати, що дізнавшись про нові хмарні сервіси респонденти в подальшому планують ними користуватись (рис. 5.22). При цьому, до початку курсів респонденти в більшості випадків для пошуку літератури користувались Google пошуком (815 респондентів, що склало 98,9 %). Особливу увагу слухачів курсу привернули сервіси відкритого доступу матеріалів (46,1 % та 67,3 % респондентів). Окрім цього слухачі курсу не просто ознайомились зі спеціалізованими хмарними сервісами, але й можуть точно вказати які типи уроків найбільше потребують у підтримці того чи іншого хмарного сервісу (рис. 5.23) [149]. Так, на думку респондентів, найкращими для використання спеціалізованих хмарних сервісів будуть уроки: застосування знань, умінь і навичок (69 %) та узагальнення та систематизації знань (69,6 %). При цьому, до початку курсів більшість респондентів взагалі не використовували спеціалізовані хмарні сервіси (1,8 % з усіх опитаних користувались хмарними системами комп'ютерної математики (СКМ)) [149].

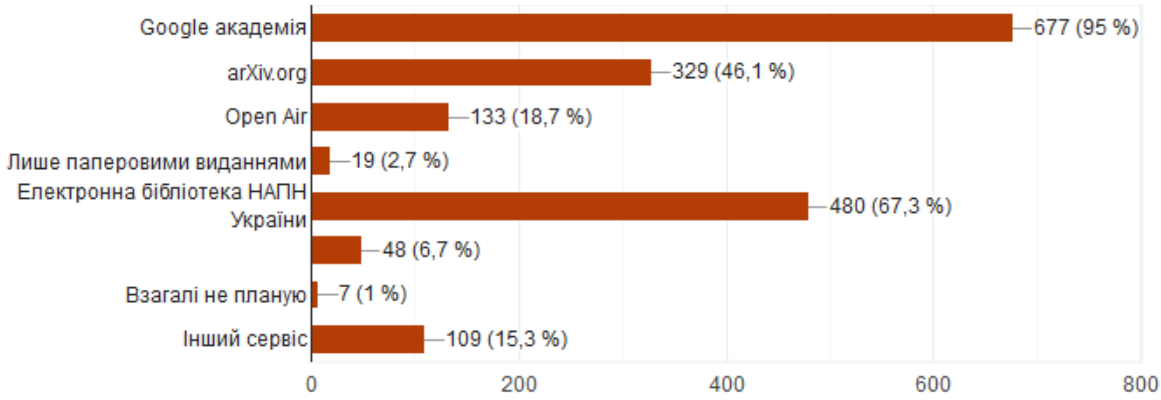


Рис. 5.22. Подальше використання слухачами курсу сервісів для пошуку наукової літератури [149]

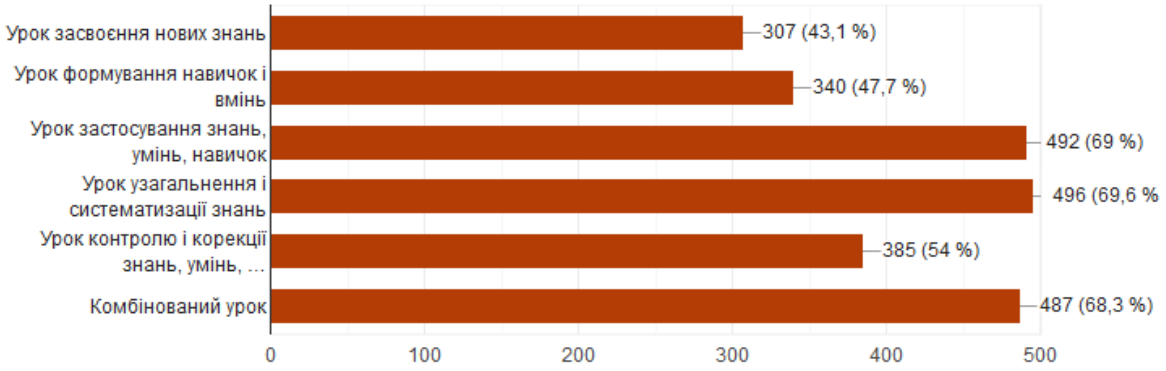


Рис. 5.23. Використання спеціалізованих хмарних сервісів в залежності від типу уроку [149]

З метою з'ясування стану сформованості компетентності з відкритої науки та оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, виконувалися констатувальні зрізи наступних складників: навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення. Кожний складник розглядався окремо та обчислювався за рівнями: високий, достатній, середній та низький.

По завершенню курсу також були виконані зрізи цих самих складників стану сформованості компетентності з відкритої науки (табл. 5.4).

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

компетентності з відкритої науки у освітян.

Таблиця 5.4

Порівняння процентного співвідношення рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки

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

В якості мети формувального етапу дослідження було обрано перевірку ефективності застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та порівнянні рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки експериментальних і контрольних груп.

Розподіл рівнів сформованості окремих компонентів відкритої науки в контрольних і експериментальних групах за результатами контрольного зрізу та кінцевого (по завершенню формувального етапу науково-експериментальної роботи) подано у табл. 5.5 [218] та табл. 5.6 (рівні сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею, навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення відповідно).

Таблиця 5.5

Розподіл рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею у контрольних і експериментальних групах за результатами констатувального та кінцевого зрізу [218]

Рівень	**Констатувальний зріз**		**Кінцевий зріз**	
	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Високий	27 %	30 %	25 %	25 %
Достатній	40 %	38 %	33 %	41 %
Середній	29 %	31 %	35 %	33 %
Низький	4 %	1 %	7 %	1 %

Таблиця 5.6

Розподіл рівнів сформованості навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення у контрольних і експериментальних групах за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Рівень	**Констатувальний зріз**		**Кінцевий зріз**	
	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Високий	18 %	23 %	18 %	31 %
Достатній	17 %	9 %	19 %	24 %
Середній	27 %	19 %	32 %	34 %
Низький	38 %	49 %	31 %	11 %

Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею, навичок й досвіду щодо даних досліджень, управління,

аналізу / використання / повторного використання, поширення відповідно за результатами констатувального та кінцевого зрізу представлено на рис. 5.24 та рис. 5.25 відповідно.

На основі даних, наведених на рис. 5.24, спочатку перевіримо достовірність гіпотези про наявність, з статистичної точки зору, відмінностей між рівнями сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею експериментальних і контрольних груп за результатами кінцевого зрізу.

Для цього скористаємося критерієм Фішера. Сформулюємо гіпотези:

H_0: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею показали високий та достатній рівень більша, ніж у контрольних групах;

H_1: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею показали високий та достатній рівень не більша, ніж у контрольних групах.

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею зазначені високий та достатній, то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 5.7). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера:

а) жодна з часток, що порівнюються, не дорівнює нулю;

б) кількість спостережень у обох вибірках більше 5, що дозволяє будь-які співставлення.

За критичне значення критерія Фішера для кожного із зазначених складників системи оберемо – 1,6449.

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,9224, критичне – 1,6449.

Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95 %.

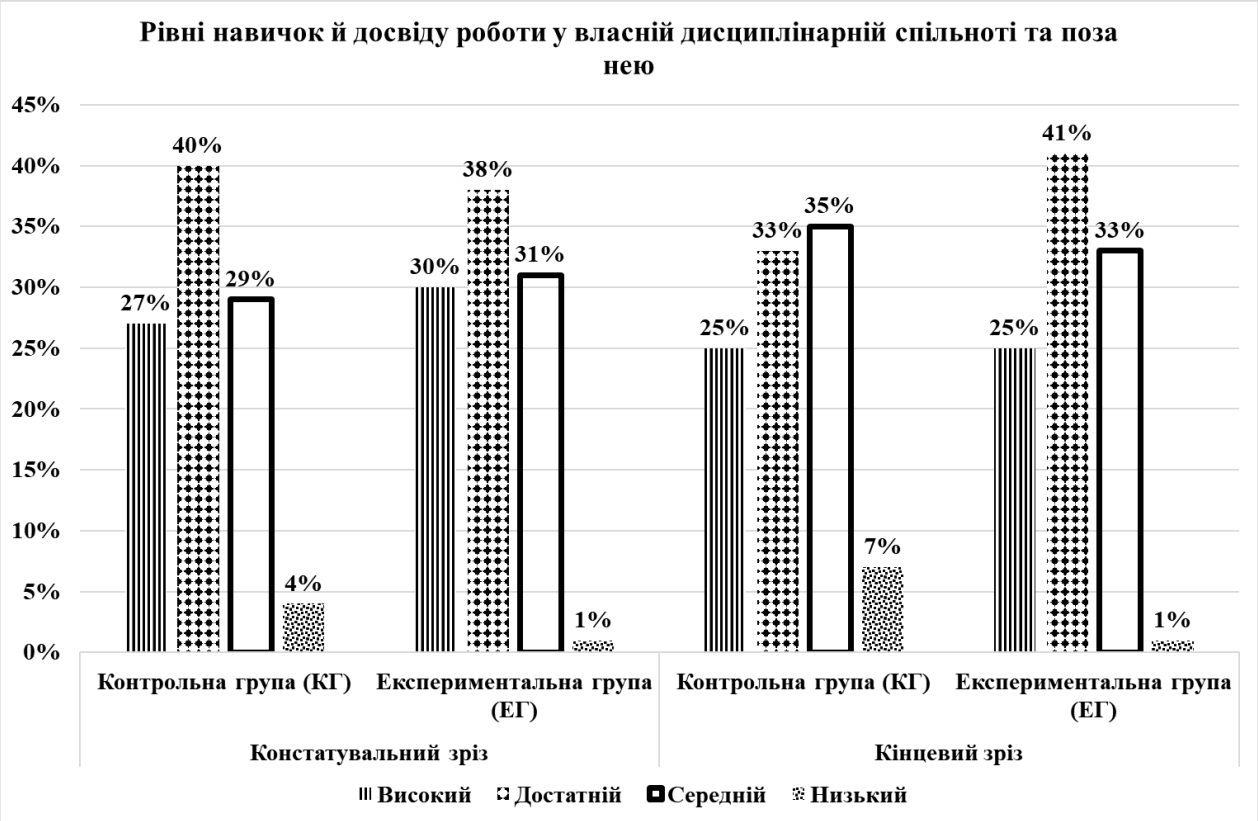


Рис. 5.24. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею за результатами констатувального та кінцевого зрізу [218]

Таблиця 5.7

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та достатній рівні сформованості навичок й досвіду роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею після формувального етапу експерименту

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	52	37 %	89	63 %	141
Експериментальні	221	56 %	174	44 %	395
Всього	273		263		536

Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95 %, то можна зробити висновок, що застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї призводить до статистично значущих відмінностей результатів експериментальної та контрольної груп.

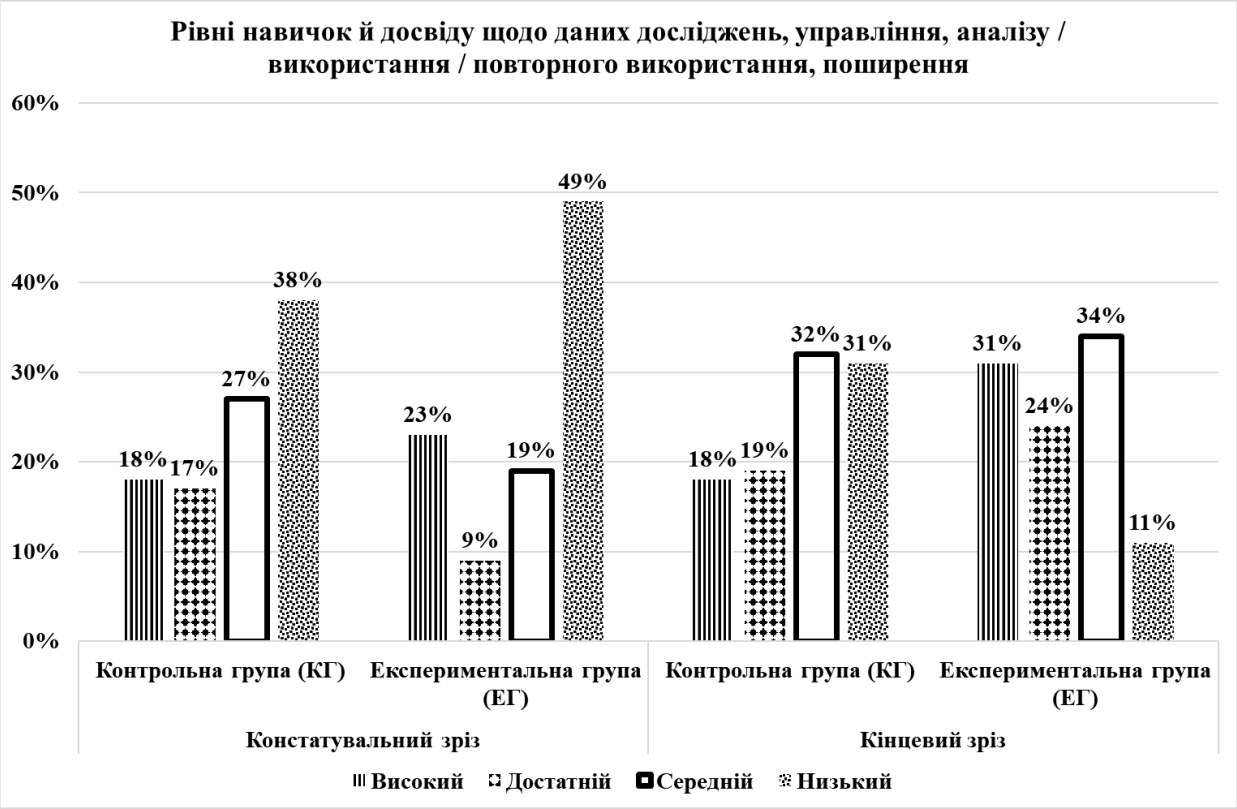


Рис. 5.25. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення за результатами констатувального та кінцевого зрізу

На основі даних, наведених на рис. 5.25, спочатку перевіримо достовірність гіпотези про наявність, з статистичної точки зору, відмінностей між рівнями сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення експериментальних і контрольних груп за результатами кінцевого зрізу. Для

цього скористаємося критерієм Фішера. Сформулюємо гіпотези:

H_0: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення показали високий та достатній рівень більша, ніж у контрольних групах;

H_1: Частка слухачів, які за результатами дослідження рівнів сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення показали високий та достатній рівень не більша, ніж у контрольних групах.

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення зазначені високий та достатній, то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 5.8). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера.

Таблиця 5.8

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та достатній рівні сформованості навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення після формувального етапу експерименту

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	52	37 %	89	63 %	141
Експериментальні	217	55 %	178	45 %	395
Всього	269		267		536

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,7147, критичне – 1,6449. Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної

груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95 %.

Отже, характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і водночас достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95 %. Тож, можна зробити висновок, що застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї призводить до статистично значущих відмінностей результатів.

Висновки до розділу 5

Аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї» показав, що існує проблема підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Більшість учасників констатувального етапу педагогічного експерименту усвідомлюють потребу вчителя наукового ліцею в науковій діяльності, однак учителі не готові до того, щоб працювати в науковому ліцеї. Зокрема, більшість респондентів подають статті до фахових видань України лише для атестації і не завжди використовують раціональні шляхи для поставлення й дослідження стану наукової проблеми. У процесі спостережень та індивідуальних бесід було з’ясовано, що вчителі, здебільшого, не вважають за потрібне займатись наукою, а тим паче заохочувати до цього учнів. Одним з основних шляхів долучення до наукової діяльності, на думку вчителів, є саме участь у конференціях та індивідуальна наукова діяльність. Вчителі вважають, що публікація методичних матеріалів і самостійне впровадження, є одними з найперспективніших шляхів упровадження і застосування одержаних результатів дослідження. Що ж до використання вчителями сервісів для підготовки до уроку, то здебільшого йдеться про онлайн-сервіси й засоби ІКТ на локальному комп’ютері (хмарні сервіси теж, але меншою мірою). Більшість респондентів шукає науково-методичну літературу в Google, електронних бібліотеках і друкованих джерелах. А для організації спільної

роботи учнів учителі використовують переважно сервіси Google. Отже, більшість опитаних застосовує лише локалізовані ресурси й сервіси, що значно звужує діапазон використання можливих хмарних сервісів у навчальному процесі, зокрема, для організації спільної роботи, опрацювання даних, пошуку літератури та відомостей тощо. Крім того, серед можливого різноманіття хмарних сервісів відкритої науки найбільш відомі з них майже не застосовуються.

Опитування вчителів щодо стану використання сервісів відкритої науки дає підстави стверджувати, що вони майже не ознайомлені з парадигмою відкритої науки (хоча б поверхнево 27 % респондентів, загалом було опитано 824 особи). Про Європейську хмару відкритої науки відомо лише 23 % опитаних. Тобто вчителі в навчальному процесі майже не використовують сервіси відкритої науки, віддаючи перевагу месенджерам і соціальним мережам. Окрім цього, поза увагою вчителів залишаються англомовні сервіси, оскільки лише 31,8 % усіх респондентів (262 вчителя) користуються англомовними сервісами.

Було з’ясовано стан сформованості компетентності з відкритої науки та проведено оцінювання ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Порівняння відсоткового співвідношення рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки на констатувальному етапі експерименту та після формувального етапу дає підстави стверджувати, що процент високого та достатнього рівнів сформованості навичок і досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення зріс.

Експеримент засвідчив підвищення рівня основних складників компетентності з відкритої науки, що свідчить про ефективність використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Отже, поставленої мети було досягнуто, всі завдання дослідження виконано, а гіпотезу підтверджено. Основні результати п’ятого розділу опубліковано в роботах [65, 149, 219, 239].

ВИСНОВКИ

У дисертації представлено теоретичне обґрунтування й нове вирішення ***проблеми*** розроблення теоретико-методичних засад проектування хмаро орієнтованих методичних систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, що є основою для якісної роботи вчителів у науковому ліцеї і дасть змогу підготувати майбутніх науковців (учнів) – ІКТ-компетентних професіоналів, висококваліфіковані педагогічні кадри для сучасної освіти. Відповідно до поставленої мети й завдань дослідження у процесі наукового пошуку отримано такі ***основні результати:*** визначено поняттєвий апарат, уточнено зміст основних понять, що стосуються проектування хмаро орієнтованих методичних систем у підвищенні кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; визначено тенденції використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті у вітчизняному освітньому просторі; обґрунтовано принципи, методи й підходи до проектування хмаро орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів; визначено засоби й сервіси для проектування хмаро орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів; обґрунтовано модель проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; розроблено складники хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї та встановлено взаємозв’язки цих складників; експериментально перевірено ефективність розробленої хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї; узагальнено й упроваджено у педагогічну практику результати теоретичних та експериментальних досліджень.

Узагальнення результатів виконаного теоретичного й експериментального дослідження підтвердило вірогідність положень загальної та часткових гіпотез і дало підстави для формулювання таких ***висновків***:

1. *Хмаро орієнтовану методичну систему* доцільно трактувати як систему методик використання хмарних сервісів або спеціально розроблених хмаро орієнтованих компонентів навчального й наукового призначення, об'єднаних у єдине ціле на основі системо утворювальних чинників, як-от хмаро орієнтований підхід, діяльнісний підхід, передумова підвищення кваліфікації вчителів для роботи в науковому ліцеї (для вчителів, що планують працювати, й тих, що вже працюють в науковому ліцеї), а також взаємодоповненість змістових ліній навчання в межах вибраних методик.

Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів – це системний послідовний процес, що складається з етапів педагогічного проектування, а саме теоретичного обґрунтування, розроблення, моделювання та процесу реалізації цієї моделі відповідно до потреб підвищення кваліфікації вчителів.

Компетентність з відкритої науки – це здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення успішно здійснювати науково-дослідну діяльність відповідно до принципів відкритої науки.

Проведений аналіз та оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі засвідчив такі тенденції:

– окремі хмарні сервіси та системи використовуються на різних рівнях освіти;

– усе частіше застосовують хмарні сервіси відкритої науки, що сприяє впровадженню відкритої науки на всіх рівнях освіти;

– в освіті спостерігається залучення нелокалізованих хмарних сервісів і систем (інколи платформ), що передусім орієнтовані на інші сфери використання (науку, ІТ);

– застосування вільнопоширюваних, але не локалізованих хмарних сервісів або систем зумовлює потребу в розробленні нових методів і методик використання та управління освітнім середовищем установи.

2. У процесі дослідження було обґрунтовано принципи, методи й підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки для підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

До загальних принципів треба віднести: принцип варіативності, принцип індивідуалізації, принцип інтерактивності, принцип надійності, принцип інтеграції. До специфічних підходів належать: часовий підхід, інтеграційний підхід, проектувальний підхід, науковий підхід, особистісно-орієнтований підхід.

Серед методів доцільно виокремити такі: метод використання авторських розробок, метод самооцінювання, метод групових досліджень, метод змішаного навчання.

3. Було визначено найдоцільніші засоби й сервіси формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладі вищої педагогічної освіти у процесі підвищення кваліфікації вчителів.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (хмарні сервіси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom Skype, Power BI, CoCalc та ін.).

У процесі дослідження було розглянуто й використано спеціальні види інструментів і сервісів, які доцільно використовувати для підготовки вчителів, зокрема такі:

– профілі викладача у відкритому доступі: Google Scholar, ORCID, Web of Science, ResearcherID, Scopus, Бібліометрика української науки;

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

– послуги з публікації наукових досягнень педагогів: електронний інстутиційний репозитарій, електронний фаховий журнал, arXiv.org;

– сервіси European Open Science Cloud зокрема електронні навчальні ресурси, що стосуються предметних галузей навчання.

Інструменти та сервіси відкритої науки, які доцільно застосовувати в межах методичної системи підвищення кваліфікації вчителів для підтримки основних етапів наукового дослідження:

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

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

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

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

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

4. Проведений аналіз та оцінювання стану використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті у вітчизняному освітньому просторі засвідчили такі тенденції: окремі хмарні сервіси й системи використовують на різних рівнях освіти; дедалі частіше застосовують хмарні сервіси відкритої науки, що сприяє впровадженню відкритої науки на всіх рівнях освіти; в освіті спостерігається залучення нелокалізованих хмарних сервісів і систем (інколи платформ), що передусім зорієнтовані на інші сфери використання (науку, IT); використання вільнопоширюваних, але не локалізованих хмарних сервісів або систем зумовлює потребу в розробленні нових методів, методик використання та управління освітнім середовищем установи.

Можна зазначити, що деякі елементи відкритої освіти впроваджено у відкриту науку й педагогіку:

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

– використання вільнопоширюваного програмного забезпечення та інструментів із відкритим кодом, зважаючи на питання зручності й етики;

– запровадження участі викладачів і слухачів, співпраці і сприяння, за допомогою технологій, участі в соціальних мережах, а також інструменти для кодування та спілкування на семінарах;

– продукування знань і розширення можливостей для тих, хто їх здобуває, шляхом проведення семінарів на основі проектів або досліджень (зокрема пряме й повторне використання розробок із відкритим доступом).

5. Згідно з проведеним дослідженням, етапами проектування хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї є: аналіз досліджуваної проблеми, формулювання мети проектування (завдань, гіпотези, плану) хмаро орієнтованої методичної системи, побудова дослідного зразка хмаро орієнтованої методичної системи, випробування дослідного зразка в межах трьох достатніх методик, аналіз результатів випробування відповідно до чотирьох рівнів, коригування складників дослідного зразка залежно від проведеного аналізу й широке впровадження спроектованої хмаро орієнтованої методичної системи.

Модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї містить: методику використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (базова методика); методику використання хмарних сервісів відкритої науки для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї (спеціалізована методика); методику використання хмарних сервісів EOSC для вчителів природничо-математичних предметів в науковому ліцеї у випускному класі (поглиблена методика).

Базова методика використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи призначена для вчителів природничо-математичних предметів, які планують працювати в науковому ліцеї. Спеціалізована методика використання хмарних сервісів відкритої науки орієнтована на вчителів, які щойно почали працювати в науковому ліцеї. Поглиблену методику може бути застосовано для вчителів наукових ліцеїв, які планують підвищити свою кваліфікацію для роботи з учнями 11 класів.

6. Складники компетентності з відкритої науки можна згрупувати у чотири основні категорії: навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі;

навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення; навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

Однак лише дві категорії доцільно використовувати для визначення рівня сформованості компетентності з відкритої науки вчителів природничо-математичних предметів: навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення. Компетентність з відкритої науки перебуває на перетині професійних компетентностей учителів природничо-математичних предметів і професійних компетентностей науковця. Кожний складник можна розглядати окремо й визначати за рівнями: високим, достатнім, середнім і низьким.

7. Порівняння відсоткового співвідношення рівнів сформованості окремих складників компетентності з відкритої науки у вчителів на констатувальному етапі експерименту та після формувального етапу дає підстави стверджувати, що процент високого й достатнього рівнів сформованості навичок і досвіду щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення зріс. Це свідчить про те, що використання хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї сприяло підвищенню основних компонентів компетентності з відкритої науки у вчителів.

8. Згідно зі статистичним опрацюванням одержаних результатів характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, водночас, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95 %. Можна зробити висновок, що застосування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї зумовлює статистично значущі відмінності

результатів у контрольній та експериментальній групах.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів поставленої проблеми. До перспективних напрямів подальших наукових досліджень можна віднести: розроблення методики використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки у процесі навчання магістрів і аспірантів педагогічних спеціальностей; проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в закладах загальної середньої освіти; вирішення проблем ефективного управління хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї, зокрема з використанням електронних освітніх ресурсів, хмарних сервісів відкритої науки та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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). P. 22-32.

2. Albini A., Rajnai Z. General Architecture of Cloud. *Procedia Manufacturing*. 2018. 22 (2018). P. 485-490. DOI : http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.074.

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

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

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

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

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

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

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

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

11. Bartling S., Friesike S. Opening science : The evolving guide on how the Internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. *Heidelberg : Springer Open*. URL : https://www.springer.com/gp/book/9783319000251 (Last accessed : 12.12.2021).

12. Beck M. W.et al. The importance of open science for biological assessment of aquatic environments. *PeerJ*. 2020. 8:e9539. DOI : 10.7717/peerj.9539.

13. Benjamin D. J. et al. Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*. 2017. P. 6-10.

14. Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities. URL : https://openaccess.mpg.de/Berlin-Declaration (Last accessed : 12.12.2021).

15. Bozkurt F. Evaluation of social studies teacher training program in terms of 21st century skills. *Pamukkale University Journal of Education*. 2021. No. 51. P. 34-64. DOI :10.9779/pauefd.688622

16. Bradbury J. 3 ways to use augmented reality in hybrid learning, 2020. URL : https://www.teachercast.net/3-ways-to-use-augmented-reality-in-hybrid-learning/https://www.teachercast.net/3-ways-to-use-augmented-reality-in-hybrid-learning/ (Last accessed : 12.12.2021).

17. Budapest Open Access Initiative : Frequently Asked Questions. URL : https://web.archive.org/web/20151014084707/http://legacy.earlham.edu/~peters/fos/boaifaq.htm (Last accessed : 12.12.2021).

18. Budroni P., Claude-Burgelman J., Schouppe M. Architectures of Knowledge : The European Open Science Cloud. *ABI Technik*. 2019. No. 39. P. 130-141. DOI : 10.1515/abitech-2019-2006.

19. Bykov V. Y., Leshchenko M. P. Digital humanistic pedagogy : relevant problems of scientific research in the field of using ICT in education. *Information*

Technologies and Learning Tools. 2016. Vol. 53. No. 3. P. 1-17. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v53i3.1417.

20. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol. 76. No. 2. P. 304-320. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706 (Last accessed : 12.12.2021).

21. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-Based Learning and Research Environment Formation and Development in View Of The Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools.* 2018. Vol. 68. No. 6. P. 1-19. DOI : http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2609.

22. 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. P. 802-806.

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

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

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

26. Demchenko Yu., de Laat C., Los W. Future Scientific Data Infrastructure : Towards Platform Research Infrastructure as a Service (PRIaaS). The 2020 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS

2020), The 18th Annual Meeting, 25-29 January 2021, Barcelona, Spain (Virtual/Online event). URL : http://hpcs2020.cisedu.info/ (Last accessed : 12.12.2021).

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

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

29. Doctoral Training Principles. URL : https://euraxess.ec.europa.eu/belgium/jobs-funding/doctoral-training-principles. (Last accessed : 24.06.2022).

30. Dubey K. et al. A Management System for Servicing Multi-Organizations on Community Cloud Model in Secure Cloud Environment. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 159535-159546.

31. EDISON : building the data science profession. URL : https://edison-project.eu/ (Last accessed : 12.12.2021).

32. Eduardo Jandre, Bruna Diirr, and Vanessa Braganholo. Provenance in Collaborative in Silico Scientific Research : a Survey. *SIGMOD Rec*. 2020. No. 49 (2) (June 2020). P. 36-51. DOI : https://doi.org/10.1145/3442322.3442329 (Last accessed : 12.12.2021).

33. Ethiraj S. K., Gambardella A., Helfat C. E. Replication in strategic management. *Strategic Management Journal*. 2016. No. 37. P. 2191-2192.

34. European Commission. Communication on the European Research Area : Progress Report 2014 (575 Final). European Commission, Brussels. 2014.

35. European Commission. URL : http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud (Last accessed : 12.12.2021).

36. Federer L., Qin J. Beyond the data management plan : Expanding roles for librarians in data science and open science. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*. 2019. No. 56.

37. Ferrari T., Scardaci D., Andreozzi S. The Open Science Commons for the European Research Area. Earth Observation Open Science and Innovation / Mathieu P., Aubrecht C. (eds.). Springer, Cham, Switzerland, 2018. Vol. 15. P. 43-68.

38. Filiposka S, et al. Distributed cloud services based on programmable agile networks. Proceedings of TERENA networking conference (TNC16), 13-16 June 2016, Prague, Czech Republic, 2016.

39. Francis T. A comparison of cloud execution mechanisms fog, edge, and clone cloud computing. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. 2018. No. 8. P. 4646-4653.

40. Gabriel A. S., Wessel J. L. Astep too far? Why publishing raw datasets may hinder data collection. *Industrial and Organizational Psychology : Perspectives on Science and Practice.* 2012. No. 6. P. 287-290.

41. Gilbert E. A., Corker K. S. Open Science. *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience*. 2018. Vol. V : Methodology. P. 729-776.

42. Glazunova O., Shyshkina M. The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Cloud - based Learning and Research Environment. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II : Workshops (2104), 2018. P. 332-347. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf (Last accessed : 28.02.2020).

43. Hassan N., Yau K., Wu C. Edge computing in 5G : A review. *IEEE*. 2019. Access 7. P. 127276-127289.

44. Hassan N., Yau K., Wu C., Edge computing in 5G : A review. *IEEE*. 2019. Access 7. P. 127276-127289.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

57. Kooa D. D., Leea J. J., Sebastiania A., Kimb J. An Internet-of-Things (IoT) system development and implementation for bathroom safety enhancement. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*. 2016. URL : https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/13994/Koo_2016_internet.pdf?sequence=1 (Last accessed : 12.12.2021).

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

59. Kovalenko V. V., Marienko M V., Sukhikh A. S. Tools of augmented and virtual reality in the process of blended learning in general secondary education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Vol. 86. No. 6. P. 70-86. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4664.

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

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

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

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

64. Lytvynova S., Melnyk O. Professional Development of Teachers Using Cloud Services During Non-formal Education. Proc. of 1st Workshop 3L-

Person’2016, Kyiv, Ukraine, June 21-24. 2016. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1614/paper_51.pdf (Last accessed : 15.11.2019).

65. Marienko M. The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2 : AET*. P. 466-472. 2022. DOI : 10.5220/0010932900003364.

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

67. Marienko M. V., Nosenko Yu. H., Shyshkina M. P. Smart systems of open science in teachers’ education. *Journal of Physics : Conference Series*. 2022. Vol. 2288 (2022) 012035. DOI :10.1088/1742-6596/2288/1/012035.

68. Marienko M. V., Shyshkina M. P. Augmented reality as a tool for open science platform by research collaboration in virtual teams. *AREdu 2019 Augmented Reality in Education. Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. Edited by A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2547. P. 107-116. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper08.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

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

70. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020.

Kryvyi Rih : CEUR Workshop Proceedings, 2020. P. 341-356. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

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

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

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

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

75. Martinez-Fuentes C., Vicente-Saez R. Open Science now : A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*. 2018. 88. P. 428-436. DOI : https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043.

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

77. 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.

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

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

80. Melnyk I., Zaderei N., Nefodova G. Augmented Reality and Virtual Reality as the Resources of Students' Educational Activity. Iinformation technologies and computer modeling. Proceedings of the International Scientific Conference (Ivano-Frankivsk, Ukraine, May 14-19, 2018). 2018. P. 61-64. URL : http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25746/1/I_Melnyk_Virtyalna_realnist_FITU.pdf. (Last accessed : 07.11.2018).

81. Merzlykin P., Marienko M., Shokaliuk S. CoCalc Tools as a Means of Open Science and Its Didactic Potential in the Educational Process. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1 : AET*. P. 109-118. 2022. DOI : 10.5220/0010921000003364.

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

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

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

85. Nikolow D. et al. Policy-based SLA storage management model for distributed data storage services. *Computer Science [S.l.]*. 2018. Vol. 19. No. 4. URL : https://journals.agh.edu.pl/csci/article/view/2878/2161. (Last accessed : 07.11.2018).

86. Normand S. Is diamond open access the future of open access? *The IJournal : Graduate Student Journal of the Faculty of Information*. 2018. Vol. 3(2).

URL : https://theijournal.ca/index.php/ijournal/article/view/29482 (Last accessed : 12.12.2021).

87. Nosek B. A. et al. Promoting an open research culture : Author guidelines for journals to promote transparency, openness, and reproducibility. *Science.* 2015. No. 348. P. 1422-1425.

88. 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 Workshop Proceedings. Vol-2433. P. 173-183. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper10.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

89. O'Boyle E. H., Banks G. C., Gonzalez-Mule E. The Chrysalis effect : How ugly initial results metamorphosize into beautiful articles. *Journal of Management.* 2017. No. 43. P. 400-425.

90. O'Carroll C., Hyllseth B., Berg R., et al. Providing researchers with the skills and competencies they need to practise Open Science. Publications Office. 2017. URL : https://data.europa.eu/doi/10.2777/121253. (Last accessed : 24.06.2022).

91. O'Hara K. J., Blank D., Marshall J. Computational Notebooks for AI Education. Twenty-Eighth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS). Palo Alto : AAAI Press, 2015. P. 263-268.

92. Offerman A. 500,000 data scientists needed in European open research data, 2016. URL : https://joinup.ec.europa.eu/community/opengov/news/500000-data-scientists-needed-european-open-research-data. (Last accessed : 24.06.2022).

93. Oliver M., Trigwell K. Can blended learning be redeemed? *E-Learning*. 2005, Vol. 2. No. 1. P. 17-26.

94. Onah D. F. O., Sinclair J. E. Massive open online courses – an adaptive learning framework. *9th International Technology, Education and Development Conference, IATED*, Madrid, Spain, 2-4 March. Madrid, 2015. P 1258-1266.

95. Open Innovation, Open Science, Open to the World-a vision for Europe. URL : https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe (Last accessed : 02.12.2020).

96. Open science monitor. (n.d.). URL : https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/goals-research-and-innovation-policy/open-science/open-science-monitor_en (Last accessed : 02.12.2020).

97. Open Science Monitor. Draft Methodological Note, Brussels, April 30th 2018. URL : https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/open_science_monitor_methodological_note_v2.pdf. (Last accessed : 24.06.2022).

98. Ortega-Sánchez D., Gómez-Trigueros I. Massive Open Online Courses in the Initial Training of Social Science Teachers : Experiences, Methodological Conceptions, and Technological Use for Sustainable Development. *Sustainability*. 2019. Vol. 11. No. 3. P. 578.

99. Panoutsopoulos H., Donert K., Papoutsis P., Kotsanis I. Education on the Cloud : Researching Student-Centered, Cloud-Based Learning Prospects in the Context of a European Network. *12th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2015)*. 2015. P. 209-216.

100. Petrenko O. O. Strategy development of service-oriented systems in a cloud environment : thesis for candidate of science degree in the specialty 05.12.13 / National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky», Kyiv, 2018.

101. Plan S. Accelerating the transition to full and immediate Open Access to scientific publications. URL : https://www.coalition-s.org/wp-content/uploads/Plan_S.pdf (Last accessed : 12.12.2021).

102. Popel M. V. The Methodical Aspects of the Algebra and The Mathematical Analysis Study Using The Sagemath Cloud. *Information Technologies in Education*. 2014. № 19. P. 93-100.

103. Popel M. V. Using CoCalc as a Training Tool for Mathematics Teachers' Pre-Service Training. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018.

Vol 68. No 6. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/2404/1427 (Last accessed : 02.12.2020).

104. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Areas of Educational Studies of the Cloud-based Learning Systems. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018).* Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2019. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/ (Last accessed : 02.12.2020).

105. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Cloud Technologies and Augmented Reality : the Prospects of Use. *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education.* Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol-2257. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper23.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

106. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support. *Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications.* Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017). CEUR Workshop Proceedings. 2017. P. 327-339. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000327.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

107. 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.

108. Rassovytska M. V., Striuk A. M. The system of cloud-oriented tools of learning computer science disciplines of engineering specialties students. *Cloud Technologies in Education* : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017). Kryvyi Rih, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 2168. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper4.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

109. Realising the European Open Science Cloud. First report and recommendations of the Commission High Level Expert Group on the European Open Science Cloud. 2016. URL : https://wbc-rti.info/object/document/

15412/attach/realising_the_european_open_science_cloud_2016.pdf. (Last accessed : 24.06.2022).

110. Renkewitz F., Heene M. The Replication Crisis and Open Science in Psychology. *Zeitschrift für Psychologie.* 2019. No. 227:4. P. 233-236. URL : https://econtent.hogrefe.com/doi/citedby/10.1027/2151-2604/a000387 (Last accessed : 12.12.2021).

111. Schmidt B., Orth A., Franck G., Kuchma I., Knoth P., Carvalho J. Stepping up Open Science Training for European Research. *Publ*. 2016. 4, 16.

112. Shokaliuk S. V., Bohunenko Ye. Yu., Lovianova I. V., Shyshkina M. P. Technologies of distance learning for programming basics lessons on the principles of integrated development of key competences. *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019 / Edited by : A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2643. P. 548-562. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper32.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

113. Shyshkina M. The General Model of the Cloud-Based Learning and Research Environment of Educational Personnel Training. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, 2018. No 715. P. 812-818.

114. Shyshkina M. P., Bykov V.Yu. The conceptual basis of the university cloud-based learning and research environment formation and development in view of the open science priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68. No. 6. P. 1-19. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409 (Last accessed : 12.12.2021).

115. 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)*. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Volume II : Workshops.

Vol. 2393. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_241.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

116. 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. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2104. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_156.pdf (Last accessed : 07.11.2018).

117. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented Reality as a Tool to Support Research Collaboration in Virtual Teams within the Open Science Platforms. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2547. P. 107-116. URL : http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/ (Last accessed : 02.12.2020).

118. Shyshkina M., Kohut U., Popel M. The Systems of Computer Mathematics in the Cloud Based Learning Environment of Educational Institutions. *Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1844. P. 396-405. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000396.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

119. Shyshkina M., Marienko M. Creating a cloud oriented open science information and education platform. Proc. of the 6th International conference : Digital education at environmental universities. Wroclaw, Poland, November 20-21, 2019. URL : http://deeu.upwr.edu.pl/ (Last accessed : 02.12.2020).

120. Silva D., Donert K. Communicating Geography with the Cloud GI_Forum. 2015. 1. P. 315-319. URL : https://doi.org/10.1553/giscience2015s315 (Last accessed : 02.12.2020).

121. Stein J., Graham C. R. A Strategy of Iterative Development. Essentials for Blended Learning : A Standards-Based Guide / Vai M. (edt.). 2014. Routledge. New York : USA. 72 p.

122. Steinhardt I. Learning Open Science by doing Open Science. *A reflection of a qualitative research project-based seminar*. 2019. SocArXiv. DOI : 10.3233/EFI-190308.

123. Syrovatskyi O. V., Semerikov S. O., Modlo Ye. O., Yechkalo Yu. V., Zelinska S. O. *Augmented reality software design for educational purposes. Proceedings of the 1st Student Workshop on Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018. / eds. Kiv A. E., Semerikov S. O., Soloviev V. N., Striuk A. M. CEUR Workshop Proceedings, 2018. 2292. P. 193-225. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf (Last accessed : 02.12.2020).

124. Taherkordi A., Zahid F., Verginadis Y., Horn G. Future Cloud Systems Design : Challenges and Research Directions. IEEE Access. Vol. 6. P. 74120-74150.

125. The Design of a Community Science Cloud : The Open Science Data Cloud Perspective / Grossman R. et al. *SC Companion : High Performance Computing, Networking Storage and Analysis*, 2012. P. 1051-1057.

126. Tkachuk V., Yechkalo Y., Taraduda A., Steblivets I. Augmented reality as a distance learning tool under quarantine conditions. *Educational Discourse : collection of scientific papers.* 2020. P. 43-53. DOI : 10.33930/ed.2019.5007.22(4)-4.

127. Vakaliuk T., Spirin O., Lobanchykova N., Martseva L., Novitska I., Kontsedailo V. Features of Distance Learning of Cloud Technologies for the Organization Educational Process in Quarantine. *Proceeding The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2020)*, 2020. URL : https://easychair.org/smart-slide/slide/GCGt# (Last accessed : 02.12.2020).

128. Varghese B., Buyya R. Next Generation Cloud Computing : New Trends and Research Directions. *Future Generation Computer Systems*. Vol. 79, Part 3. P. 849-861. DOI : http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2017.09.020.

129. Vicente-Saez R., Gustafsson R., Brande L. V. The dawn of an open exploration ERA : Emergent principles and practices of open science and innovation of university research teams in a digital world. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. 156, 120037. DOI : 10.1016/j.techfore.2020.120037.

130. Vicente-Saez R., Martinez-Fuentes C. Open Science now : A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*. 2018. 88. P. 428-436. DOI : 10.1016/j.jbusres.2017.12.043.

131. Zampirolli F., Teubl F., Ramos B. V. A Generator and Corrector of Parametric Questions in Hard Copy. 2019. DOI : 10.1007/978-3-030-14070-0_37.

132. Zhao Z., Jeffery K., Stocker M., Atkinson M., Petzold A. Towards Operational Research Infrastructures with FAIR Data and Services. Towards Interoperable Research Infrastructures for Environmental and Earth Sciences. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham, 2020. Vol. 12003. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-030-52829-4_20

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

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

135. Барладим В. М. та ін. Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя : [Електронне видання] : метод. посіб. / за ред. М. П. Шишкіної. Київ : Педагогічна думка, 2020. 148 с.

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

137. Березюк О. В. Цифрові технології в процесі вивчення студентами безпекових дисциплін. *Побудова інформаційного суспільства : ресурси і технології* : матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції,

Київ, 19-20 вересня 2019 р. / МОН України, УкрІНТЕІ [та ін.]. Київ, 2019.С. 318-321. URL : tinyurl.com/jn4qxqdd (Дата звернення : 02.02.2021).

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

139. 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.

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

141. 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.

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

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

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

145. Вакалюк Т. А. Модель хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 56 (6). С. 64-76. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1415/1098 (Дата звернення : 12.12.2021).

146. Вакалюк Т. А. Модель хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. Т. 56. Вип. 6. С. 64-76.

147. 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.

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

149. Вакалюк Т. А., Мар'єнко М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Том 81. № 1. С. 340-355. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225.

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

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

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

153. Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя : [Електронне видання] : метод. посіб. / Барладим В. М., Берідзе К. С., Бруяка А. В., Горбаченко С. В., Коваленко В. В., Носенко Ю. Г.,

Мар'єнко М. В., Семеріков С. О., Шишкіна М. П. / за ред. М. П. Шишкіної. Київ : Педагогічна думка, 2020. 148 с.

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

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

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

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

158. 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.

159. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Бойко М. А. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 77. № 3. С. 1-26. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3980.

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

161. Гуржій А. М., Глазунова О. Г., Волошина Т. В., Корольчук В. І., Якобчук О. В. Хмарні ресурси та сервіси для підготовки майбутніх фахівців з

інформаційних технологій : критерії добору, приклади використання. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. № 3(40). С. 7-28.

162. 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.

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

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

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

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

167. Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору. URL : https://mon.gov.ua/ua/tag/era-ua (Дата звернення : 12.12.2021).

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

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

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

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

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

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

174. Жерновникова О. А., Проскурня О. І. Методичні аспекти програми підвищення кваліфікації вчителів математики. *Освіта дорослих : світові тенденції, українські реалії та перспективи : монографія* / Н. Г. Ничкало, Р. І. Черновол-Ткаченко, І. Ф. Прокопенко [та ін.] ; за заг. ред. Н. Г. Ничкало, І. Ф. Прокопенка ; Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих ім. І. Зязюна НАПН України, Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків : Бровін О. В., 2020. С. 385-389.

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

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

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

178. Зубко А. М., Жорова І. Я. Розвиток післядипломної освіти педагогів у контексті сучасних гуманістичних тенденцій. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки*. 2012. № 22 (7). С. 92-97.

179. Іванова С. М., Кільченко А. В., Мінтій І. С., Т. А. Вакалюк Оцінювання результативності наукової діяльності засобами інформаційно-цифрових систем окремої установи. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2021. № 3. С. 39-53.

180. Каплун С. Особливості організації підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах дистанційного та змішаного навчання. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи : 2021 (Подолання викликів у період карантину, спричиненого COVID-19) : зб.матеріалів всеукр.наук.-практ.семінару (Київ, 2 березня 2021 р.) / за заг.ред. О. В. Овчарук. Київ : Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 2021. С. 57-60. URL : https://znayshov.com/FR/7987/298.pdf#page=57 (Дата звернення : 01.09.2022).

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

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

183. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Формування цифрових навичок в учнів під час змішаного навчання. *Збірник матеріалів IX Всеукраїнської*

науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021» (Київ, 30 листопада 2021 р.). К. : ІІТЗН НАПН України 2021. С. 87-89.

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

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

186. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. *Освітній дискурс : збірник наукових праць,* 2021. Випуск 37 (10). С. 28-38.

187. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Сучасний стан використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі у закладах освіти. *Освітній дискурс :* збірник наукових праць. 2021. Випуск 38 (11). С. 56-64.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

197. Кремень В. Г. Педагогічна специфіка освіти дорослих : Доповідь на Всеукраїнському Форумі «Україна 30. Освіта і наука», 1 червня 2021 р., м. Київ, Україна. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2021. Том 3. № 1. DOI : https://doi.org/10.37472/2707-305X-2021-3-1-3-6.

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

199. Кривонос О. М., Коротун О. В. Змішане навчання як основа формування ІКТ-компетентності вчителя. *Наукові записки Кіровоградського*

державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2015. Вип. 8 (2). С. 19-23. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2015_8(2)__6 (Дата звернення : 12.12.2021).

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

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

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

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

204. Ларіна Н. Б. Принципи відбору змісту підвищення кваліфікації педагогічних працівників. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / редкол. : Т. І. Сущенко (голов. ред.) та ін. Запоріжжя. 2010. Вип. 9 (62).С. 382-389.

205. 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.

206. Литвинова С. Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв. *Науковий вісник*

Ужгородського університету. Серія : «Педагогіка. Соціальна робота». 2021. Випуск 1 (48). С. 225-230. DOI : 10.24144/2524-0609.2021.48.225-230.

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

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

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

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

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

212. Лук'янова Л. Б. Законодавче забезпечення освіти дорослих в Україні : сучасний стан та перспективи розвитку : Наукова співдоповідь на загальних зборах НАПН України 20 листопада 2020 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2020. Том 2. № 2. С. 1-5. DOI : https://doi.org/10.37472/2707-305X-2020-2-2-1-2.

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

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

215. 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 : 12.12.2021).

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

217. Мар'єнко М. В. Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2019»* (Київ, 4 жовтня 2019 р.). Київ : ЦП Компринт, 2019. С. 95-98. URL : https://lib.iitta.gov.ua/718851/1/Marienko%20MV%20Nauk%20mol%202019.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

219. Мар'єнко М. В. Аналіз стану проблеми підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Information Technologies in Education (ITE).* 2020. № 43. С. 52-63. DOI : https://doi.org/10.14308/ite000719.

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

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

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

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

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

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

226. Мар'єнко М. В. Класифікація інструментарію Moodle в контексті відкритої науки. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*

«MoodleMootUkraine 2020 : теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» : тези доповідей. (Київ, 22 травня 2020 р.). Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2020. URL : https://2020.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=23 (Дата звернення : 02.12.2020).

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

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

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

230. Мар'єнко М. В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта.* 2021. Випуск 3 (29). С. 99-104.

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

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

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

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

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

236. Мар'єнко М. В. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта.* 2021. Випуск 1 (27). С. 62-66.

237. Мар'єнко М. В. Проектування хмаро орієнтованих систем навчального призначення як педагогічна проблема. *Інформаційні технології у вищій школі :* монографія / Вакалюк Т. А. та ін. / за заг. ред. Вакалюк Т. А., Литвинової С. Г. Житомир : вид-во ФОП «О. О. Євенок», 2019. С. 58-82.

238. Мар'єнко М. В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Тези доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)»* (м. Житомир, 09-11 квітня 2020 р.). Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 208-209.

239. Мар'єнко М. В. Рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованої методичної системи у процесі діяльності вчителя. *Звітна науково-*

практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 117-119. URL : https://lib.iitta.gov.ua/730487/1/Marienko%20Zvitna%202022.pdf (Дата звернення : 01.06.2022).

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

241. Мар'єнко М. В. Співвідношення цифрових технологій та технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2021. С. 141-143. URL : https://lib.iitta.gov.ua/724023/ (Дата звернення 04.09.2021).

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

243. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. *Тези доповідей III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології : інновації, проблеми, рішення»*, м. Житомир, 26-27 листопада 2020 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 137-139.

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

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

246. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс*. 2020. № 27 (10). С. 50-59.

247. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта.* 2021. Випуск 5 (31). С. 60-66.

248. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Ефективне та безпечне використання цифрових технологій під час змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Збірник матеріалів IX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021»* (Київ, 30 листопада 2021 р.). К. : ІІТЗН НАПН України 2021. С. 132-135.

249. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Методика використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. Т. 4. № 1. DOI : https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4111.

250. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація професійної діяльності науковця засобами цифрових технологій в умовах війни. *Інноваційна педагогіка.* 2022. Випуск 48. Т. 1. С. 209-212. DOI : https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.4.

251. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. *Освітній дискурс :* збірник наукових праць. 2021. Випуск 32 (4). С. 45-52.

252. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Аналіз ступеня розробки хмаро орієнтованих систем відкритої науки. *Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2020»* (Київ, 21 жовтня 2020 р.). Київ : ФОП Ямчинський О. В., С. 112-114.

253. Мар’єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми.* Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.

254. Мар’єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. *Journal of Information Technologies in Education (ITE).* 2020. № 4 (45). С. 32-44.

255. Мар’єнко М. В., Шишкіна М. П., Коновал О. А. Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Том 89. № (3), С. 209-232. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981.

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

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

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

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

260. Миколаївські вчителі долучилися до «Європейської хмари відкритої науки». URL : https://suspilne.media/131587-mikolaivski-vciteli-dolucilisa-do-evropejskoi-hmari-vidkritoi-nauki/ (Дата звернення : 12.12.2021).

261. Мозолевич Г. Я. Інтеграційні кроки України до Програми Horizon Europe. 2022. URL : https://cutt.ly/UMwLoZX (Дата звернення : 01.09.2022).

262. Мозолевич Г. Я. Інтеграція України до Європейського дослідницького простору. 2021. URL : http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/Nauka/News/28_10_21/28_10_8.pdf (Дата звернення : 01.09.2022).

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

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

265. Ничкало Н. Г. Андрагогіка в системі педагогічних наук. *Освіта дорослих : теорія, досвід, перспективи*. 2009. Вип. 1. С. 7-20. URL : http://www.adult-education-journal.com.ua/index.php/aej/article/view/4/1 (Дата звернення : 01.09.2022).

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

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

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

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

270. Овчарук О. В. Сучасні підходи до розвитку цифрової компетентності людини та цифрового громадянства в європейських країнах.

Інформаційні технології і засоби навчання, 2020. Том 76, № 2. С. 1-13. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3526/1638 (Дата звернення : 19.06.2020).

271. Олексюк В. П. Організаційно-технічні аспекти розгортання корпоративної хмари як складової ІТ-інфраструктури ВНЗ. FOSS Lviv 2014, 24-27 квітня 2014 р. Львів, 2014 С. 67-71.

272. Олексюк О. Р. Застосування технології доповненої реальності в освітній галузі. Освіта XXI століття : реалії та перспективи розвитку : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. м. Тернопіль, 6 листопада. 2020 р. Тернопіль, 2020. С. 177-179.

273. Омельчук С. А., Степанова М. О. Трансформація структури сучасного уроку української мови в умовах дистанційного навчання. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки»*. 2021. Вип. 97, С. 12-21. URL : https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/4489/3961 (Дата звернення : 20.06.2022).

274. Орєхова В. В. Відкрита наука в бібліотеці закладу вищої освіти : концепція, реалізація, перспективи. *Бібліотека закладу вищої освіти в умовах трансформаційних змін : відкрита наука, відкритий доступ, цифрова педагогіка* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Полтава, 20-21 верес. 2018 р.). ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2018. С 20-26.

275. Осадча К. П. Адаптивні системи управління навчанням в діяльності тьютора. *Адаптивні технології управління навчанням* : матеріали другої міжнародної конференції. Одеса, 21-23 вересня 2016 р. Одеса, 2016. С. 75-81.

276. Освітня програма Криворізького навчально-виховного комплексу № 35 «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – багатопрофільний ліцей «Імпульс» Криворізької міської ради Дніпропетровської області на 2021-2022 роки. Кривий Ріг, 2021. 30 с.

277. Пасмор Ю. В., Кулик М. М. Інформаційні технології та ресурси Open Science : бібліометричне, наукометричне бачення. *Право та інновації*. 2020. 3 (31). С. 24-34.

278. Пікуляк М. В. Моделювання сценаріїв адаптивного навчання в системі дистанційної освіти. *Фізико-математична освта* : науковий журнал. 2016. Випуск 3 (9). С. 77-81.

279. Положення про Відокремлений підрозділ «Науковий ліцей» Державного університету «Житомирсько політехніка». Житомир, 2021. 20 с.

280. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти. Наказ Міністерства освіти і науки України 08 вересня 2020 року № 1115. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text (Дата звернення : 02.02.2021).

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

282. Попель М. В. Адаптивні хмаро орієнтовані системи : передумови виникнення. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України :* збірник матеріалів наукової конференції. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 227-230. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712202/1/Zvitna_2018_Popel_M.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

284. Попель М. В. Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2018»* (16 листопада 2018 р., м. Київ). Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 123-125. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712398/1/Nauk_molod_Popel2018.pdf (Дата звернення : 03.12.2020).

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

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

287. 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.

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

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

290. Попель М. В. Сучасний стан розвитку і використання хмаро орієнтованих систем у процесі підготовки вчителів. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : збірник матеріалів наукової конференції. Київ, 2019. С. 49-50. URL : https://lib.iitta.gov.ua/715974/1/Popel%20M%20Zvitna%202019.pdf (Дата звернення : 03.12.2020).

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

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

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

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

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

296. Попель М. В., Бобилєв Д. Є. Диференціація навчання майбутніх вчителів математики комплексному аналізу засобами CoCalc. *Новітні комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті»,* 2019. № 17. С. 192-200.

297. Попель М. В., Семеріков С. О., Шокалюк С. В. Дидактичний потенціал CoCalc у навчанні природничо-математичних та інформатичних дисциплін. *Новітні комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті».* 2019. № 17. С. 152-158.

298. Попель М. В., Шишкіна М. П., Шокалюк С. В. Використання сервісів SageMathCloud для організації і підтримування спільної роботи студентів. *Вісник Черкаського університету. Серія. Педагогічні науки.* 2016. № 7. С. 90-100.

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

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

301. Постанова про встановлення карантину з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, та етапів послаблення протиепідемічних заходів. URL : https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-vstanovlennya-karantinu-z-metoyu-zapobigannya-poshirennyu-na-teritoriyi-ukrayini-gostroyi-respiratornoyi-hvorobi-covid-19-sprichinenoyi-koronavirusom-sars-cov-i200520-392. (Дата звернення : 20.10.2020).

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

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

304. Розпорядження Кабінету Міністрів України про затвердження національного плану щодо відкритої науки від 8 жовтня 2022 р. № 892-р. URL : https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-natsionalnoho-planu-shchodo-vidkrytoi-nauky-892-081022 (Дата звернення : 12.09.2022).

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

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

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

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

309. 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.). Київ : ЦП Компринт, 2019. С. 118-121.

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

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

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

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

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

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

316. Угода про асоціацію. URL : https://eu-ua.kmu.gov.ua/uhoda-pro-asotsiatsiiu (Дата звернення 28.05.2020).

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

318. Усе в одному місці : як програма Discord допоможе організувати дистанційне навчання. URL : https://nus.org.ua/articles/use-v-odnomu-mistsi-yak-programa-discord-dopomozhe-organizuvaty-dystantsijne-navchannya/ (Дата звернення : 15.05.2020).

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

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

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

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

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

324. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи : 2021 (Подолання викликів у період карантину, спричиненого COVID-19) : зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. семінару (Київ, 2 березня 2021 р.) / за заг.ред. О. В. Овчарук. Київ : Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2021. 117 с.

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

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

327. Шадхін В. Ю., Компанієць В. О., Дель Д. Г. Класифікація атак на хмарні системи. *Хмарні технології в освіті* : матеріали Всеукраїнського

науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). Кривий Ріг, 2012. С. 50-51.

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

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

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

331. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Journal of Information Technologies in Education (ITE).* 2019. № 2 (39). С. 7-19.

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

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

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

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

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

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

338. Ярошенко Т., Чуканова С. Роль цифрової гуманітаристики у модернізації сучасного бібліотекознавства. *Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук*. 2018. Вип. 1. С. 10-17.

339. 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.

ДОДАТКИ

Додаток А

Заявка

на проведення дослідно-експериментальної роботи

ПОГОДЖЕНО
Директор Інституту інформаційних
технологій і засобів навчання НАПН України
_____ В. Ю. Биков

ЗАЯВКА
на проведення дослідно-експериментальної роботи

Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї
(тема експериментальної роботи)

Мар'єнко Майя Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) заявки)

2019

1. Актуальність дослідження. Актуальність роботи обумовлена необхідністю модернізації процесу навчання в загальноосвітній школі, приведення його у відповідність сучасним досягненням науково-технічного прогресу, що є запорукою підготовки висококваліфікованих, ІКТ-компетентних вчителів.

Необхідність виконання роботи обумовлена тим, що однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних, науково-педагогічних кадрів, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій є запровадження хмаро орієнтованих систем у навчальних закладах. Окрім того, згідно Закону України про загальну середню освіту здобуття загальної середньої освіти забезпечують не лише початкові школи, гімназії, ліцеї, а й наукові ліцеї. Проект Положення про наукові ліцеї в даний момент представлено для громадського обговорення на сайті МОН, проте наступним етапом виконання Закону України про загальну середню освіту передбачено розробка Порядку про зарахування до наукових ліцеїв та наукових ліцеїв-інтернатів. В проекті Положення про наукові ліцеї зазначено, що «Заклад освіти повинен: … мати у своєму складі не менше двох циклових комісій педагогічних (науково-педагогічних) працівників». У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування і використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі навчання та професійного розвитку вчителів наукових ліцеїв.

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

2. Мета експерименту: проектування та експериментальна перевірка хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

3. Об'єкт дослідження: процес підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в наукових ліцеях.

4. Предмет дослідження: проектування будови і функцій хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в наукових ліцеях.

5. Гіпотеза дослідження методично обґрунтоване використання хмаро орієнтованої системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї сприятиме підвищенню їх професійної компетентності, ширшому використанню у процесі навчання адаптивних засобів і сервісів хмарних обчислень, модернізації освітньо-наукового середовища.

6. Завдання експерименту:

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

7. Теоретико-методологічні засади та основні ідеї експерименту.

Використання хмарних технологій та хмарних сервісів в навчальному процесі є досить перспективним напрямом сучасних українських досліджень. При цьому хмарні сервіси знайшли своє місце як в навчальному процесі ЗВО так і ЗСО. Хмаро орієнтовані навчальні середовища мають низку переваг для навчальних закладів в організації навчального процесу та використання технологій навчання.

Хмаро орієнтована система може надавати такі послуги, як віддалений доступ до інструментів навчання для закладів вищої освіти, щоб заощадити за рахунок місцевого та державного фінансування економічно ефективним способом. Студенти можуть отримати доступ до занять на ноутбуці, планшеті або телефоні з будь-якого місця і використовувати їх вільно. У той же час студент може запитати і відповідати на питання і ділитися вивченим, щоб допомогти іншим. Доступ до аналізу та даних користувачів означає, що така система може бути адаптована для забезпечення максимальної ефективності як для користувачів, так і для системи освіти. Але найголовніше, це допомагає молодим людям отримувати доступ до навчання в будь-якому місці будь-якого часу, будь-коли від будь-якого викладача з відповідним досвідом.

Виявляється, що більша частина викладачів педагогічних навчальних закладів знайомі з хмарними сервісами та висловлюють намір використовувати в навчальному процесі хмаро орієнтовані системи. Було виявлено, що викладачі, які використовують той чи інший хмарний сервіс в навчальному процесі в повній мірі залучають весь його можливий інструментарій. Однак, за браком

методичних розробок використання хмаро орієнтованих систем постає під сумнів ефективність їх педагогічного використання.

8. Методи дослідження.

Теоретичні методи: для аналізу наукової літератури має бути застосовано проблемно-цільовий метод та метод системно-структурного аналізу, щоб простежити розвиток педагогічної думки з досліджуваної проблеми; метод педагогічного моделювання – при розробленні й побудові моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї; за допомогою системно-узагальнювального методу буде зроблено висновки за результатами дослідження; методи аналізу і синтезу, абстрагування, ідеалізації, формалізації та узагальнення мають бути застосовані для формулювання і систематизації висновків, розроблення методичних основ і визначення шляхів подальших досліджень поставленої проблеми.

При проведенні дослідження будуть використані такі **емпіричні методи**: діагностичні (анкетування, опитування, інтерв'ю, бесіда) – для визначення показників, ефективності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї; обсерваційні (спостереження, самоспостереження), що сприятимуть вивченню стану проблеми на практиці; математична й статистична обробка отриманих даних; експериментальні (констатувальний, формувальний експерименти), які дадуть можливість: перевірити достовірність отриманих результатів; з'ясувати суть, зміст, призначення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї; упровадити дану модель з метою удосконалення навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу. **Основний метод дослідження – комплексний педагогічний експеримент.**

9. База експерименту

У дослідно-експериментальній роботі передбачається участь навчальних закладів: Херсонського державного університет, Криворізького педагогічного університету, Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького.

1. Херсонський державний університет.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

вул. Університетська, 27, м. Херсон, 73000, Україна

Тел.: +38 (0552) 326 705, +38(0552) 326 705
Email: office@ksu.ks.ua
Веб-сайт: www.kspu.edu

2. Криворізький педагогічний університет.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:
проспект Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна.
тел.+38 (056) 470 13 34
Email: kdpu@kdpu.edu.ua
Веб-сайт: www.kdpu.edu.ua

3. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:
вул. Максима Кривоноса 2, м. Тернопіль, 46027, Україна.
тел. +38 (0352) 43 58 80
Веб-сайт: www.tnpu.edu.ua

4. Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:
вул. В.Чорновола, 74, м. Рівне, 33028, Україна.
тел. +38 (0362) 64 96 60
Веб-сайт: www.roippo.org.ua

5. Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь, 72300, Україна.
тел. +38 (0619) 44 04 64
Веб-сайт: www.mdpu.org.ua

6. Державний університет «Житомирська політехніка».

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005, Україна.
тел. +38 (0412) 24 14 22
Веб-сайт: www.ztu.edu.ua

10. Організаційно-кадрове забезпечення науково-експериментальної роботи.

Наукове керівництво здійснюватиме кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України **Мар'єнко Майя Володимирівна**.

Науковий консультант: кандидат філософських наук, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України **Шишкіна Марія Павлівна**.

11. Терміни проведення експерименту: вересень 2019 р. – травень 2021 р.

12. Етапи проведення експерименту.

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

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

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

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

Третій етап дослідження (січень 2021 р. – травень 2021 р.):

- аналіз результатів використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї (у т.ч., електронних освітніх ресурсів, окремих хмарних сервісів);
- розроблення науково-методичних рекомендацій для педагогів щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї;
- підготовка рукописів публіцистичних та науково-методичних статей щодо роз’яснення основних завдань, ідей експерименту;
- кількісний та якісний аналіз результатів експерименту на основі розроблених теоретико-методологічних критеріїв та впровадження їх у педагогічну практику.

13. Очікувані результати та форми їх подання

Очікуваним результатом експерименту є визначення доцільності і оптимальних форм для широкомасштабного впровадження інноваційних засобів ІКТ, науково-методичних і навчальних матеріалів щодо використання хмарних технологій у навчально-наукове середовище педагогічних навчальних закладів.

№ п / п	Очікуваний результат	Документ
1.	Проектування та розгортання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, призначених для організації експериментальної роботи	Проміжний звіт
2.	Розроблення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї	Опис моделі
3.	Розроблення механізму оцінювання результативності використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, у навчальному процесі і науковій діяльності у контрольних та експериментальних групах.	Методика оцінювання
4.	Розроблення науково-методичних рекомендацій для педагогів щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.	Методичні рекомендації
5.	Апробація педагогічних підходів до використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.	Проміжний звіт
6.	Обговорення проблем ефективного використання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, у т.ч. електронних освітніх ресурсів, хмарних сервісів та ін. (засідання науково-методичних рад, проведення науково-практичних конференцій і семінарів, робота проблемних і творчих груп, лабораторій тощо).	Матеріали засідань, конференцій, семінарів тощо

Науковий керівник,
старший науковий співробітник відділу
хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти
Інституту інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України _____ М. В. Мар’єнко

Додаток Б

Програма підвищення кваліфікації «Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

кафедра математики та методики її навчання

Перший проректор

_____ О. А. Остроушко

«____» _____2020 р.

ПРОГРАМА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

«ХМАРНІ СЕРВІСИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ШКОЛИ»

Затверджено Вченою радою університету

_____ _____ 2020 р.,

Протокол № ____

Кривий Ріг – 2020

Розробник програми:

1. Бобилєв Д. Є., кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математики та методики її навчання;

2. Мар'єнко М. В., кандидат педагогічних наук, докторант, старший науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.

Рецензенти:

Польгун К. В., кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри математики та методики її навчання.

Обговорено та схвалено на засіданні кафедри математики та методики її навчання 31 серпня 2020 р., протокол № 1.

Завідувач кафедри _____ Бобилєв Д. Є.

(підпис) (прізвище, ініціали)

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ПРОГРАМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

Найменування: *Хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи.*

Мета: формування теоретичних знань і практичних навичок застосування хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи.

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

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

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

Напрям: використання інформаційно-комунікативних та цифрових технологій в освітньому процесі, включаючи електронне навчання, інформаційну та кібернетичну безпеку.

Обсяг: 0,2 кредиту ЄКТС, 6 годин.

Розподіл годин: аудиторна робота 6 годин.

Тривалість: 1 день.

Форма: очна (денна) / дистанційна.

Перелік компетентностей, що вдосконалюватимуться:

1. Здатність до моніторингу педагогічної діяльності та визначення індивідуальних професійних потреб.
2. Здатність до визначення умов і ресурсів професійного розвитку впродовж життя.
3. Здатність здійснювати пошук науково-методичних матеріалів у відкритих журнальних системах.
4. Здатність добирати та використовувати хмарні сервіси відкритої науки для досягнення поставленої мети.
5. Здатність організувати та впровадити навчальний процес засобами Європейської хмари відкритої науки та ефективно використовувати хмарні сервіси відкритої науки.
6. Здатність налагоджувати співпрацю в межах платформи відкритої науки.

Особи, які виконують програму: вчителі математики закладів загальної середньої освіти будь-якої кваліфікаційної категорії.

Місце надання освітньої послуги: навчальні корпуси Криворізького державного педагогічного університету; система управління електронними навчальними курсами Криворізького державного педагогічного університету.

За результатами успішного навчання за програмою видається свідоцтво про підвищення кваліфікації встановленого законодавством зразка.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

Аудиторна робота

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

ПРОГРАМА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

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

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

Тема 2. Платформа відкритої науки та її компоненти.

Особливості використання Європейської хмари відкритої науки (EOSC). Основні риси платформи відкритої науки та відмінність від EOSC. Етапи реєстрації та створення проекту в EOSC. Основна класифікація та категорії хмарних сервісів відкритої науки. Добір хмарних сервісів відкритої науки для використання в навчальному процесі. Короткий огляд спеціалізованих хмарних сервісів відкритої науки.

СТРУКТУРА ПРОГРАМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

Назви тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		лекції	практичні	самостійна робота
Тема 1. Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя математики.	2	2	0	0
Тема 2. Платформа відкритої науки та її компоненти.	2	0	2	0
Всього годин	**4**	**2**	**2**	**0**

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. *Знання та розуміння ролі* хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи.
2. *Здатність* застосовувати хмарні сервіси відкритої науки в освітньому середовищі школи.
3. *Здатність* аналізувати та добирати той чи інший хмарний сервіс відкритої науки для досягнення освітніх цілей.
4. *Знання та розуміння* основних понять відкритої науки, принципів відкритої науки.

Методи навчання

І. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1) За джерелом інформації:

– Словесні: лекція (традиційна чи проблемна), пояснення.
– Наочні: спостереження, ілюстрація, демонстрація.
– Практичні: вправи.

2) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; виконання практичних завдань.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії, ситуації пізнавальної новизни.

Методи контролю

***Методи усного контролю*:** фронтальне опитування, співбесіда.

Методи самоконтролю: самоаналіз.

Методичне забезпечення

- конспект лекції;
- опорні презентації;
- методичні та навчальні посібники;
- методичні рекомендації;
- цифрові ресурси;
- програма підвищення кваліфікації.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Коваленко В. В., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 3 (25). Частина 2. С. 67-74. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-025-3-028 URL : https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v3-25-2/2020_3-25-2_Kovalenko-Lytvynova-Marienko-Shys.pdf
2. Лупаренко Л. А., Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С., Шишкіна М. П. Концептуальний апарат дослідження хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів. *Інноваційна педагогіка*, 2020. Випуск 29 Т.2. С.179-183. URL : http://lib.iitta.gov.ua/723279/1/innovpedagogy.od_29_2_2020.pdf

3. Мар'єнко М.В. Компетентності відкритої науки вчителів природничо-математичних дисциплін // Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи: зб. наук. пр. / [редкол. Л.Б. Лук'янова (голова), Аніщенко О.В. (заступник голови) та ін.]; Ін-т пед. освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України. Київ, 2020. Вип. 2 (18). С. 85-92. URL : https://lib.iitta.gov.ua/723293/1/Marienko%20Kompetentnosti%20OD.pdf
4. Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134. URL : https://lib.iitta.gov.ua/723299/1/Marienko%20Shyshkina.pdf
5. Мар'єнко М. В. Аналіз стану проблеми підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*. 2020. № 3 (43), С. 52-63. DOI: https://doi.org/10.14308/ite000719 URL : http://ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/768.
6. Мар'єнко М. В. Відкрита наука як передумова формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів. *Науково-практична конференція «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності»*. НАУ, 2019.
7. Мар'єнко М. В. Моделювання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Фізико-математична освіта*. № 2 (24), 2020. С. 87-93. DOI : 10.31110/2413-1571-2020-024-2-012. URL : https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v2-24/2020_2-24-Marienko_FMO.pdf
8. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. *Фізико-математична освіта. 2019, №4(22). С. 12-18.*
9. Мар'єнко М. В., Борисюк І. Ю. Гейміфікація освітнього процесу під час вивчення дисциплін природничо-математичного циклу учнями ЗЗСО.

Фізико-математична освіта, 2020. Випуск 4. URL : https://lib.iitta.gov.ua/723296/1/Marienko%20Borysiuk.pdf

10. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс :* збірник наукових праць. 2020. № 27 (10). DOI: 10.33930/ed.2019.5007.27(10)-7. URL : https://cutt.ly/4kGwUQQ
11. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*. 2020. № 4 (45). URL : https://lib.iitta.gov.ua/723297/1/Marienko%20Shyshkina.pdf
12. Шишкіна М. П. Використання електронних ресурсів і сервісів відкритої науки у діяльності науковця. Науково-практичної конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності». НАУ, 2019.
13. Шишкіна М. П. Технології відкритої науки у хмаро орієнтованому освітньо-науковому середовищі університету. Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку. Матеріали методологічного семінару НАПН України. 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. К, 2019. С. 275-281.
14. Шишкіна М. П., Мар'єнко М. В. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2020. Вип. 56. С. 121-134. URL : https://lib.iitta.gov.ua/723299/1/Marienko%20Shyshkina.pdf
15. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Інформаційні технології в освіті.* 2019. № 2 (39). С. 7-19.
16. Шишкіна М. П., Попель М. В. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-

науковому середовищі університету. *Збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019» (15-16 травня 2019 року).* НУБіП України, м. Київ, Україна. 2019. С. 232-234.

Додаткова

17. Ayris P. Training early career researchers. *LEARN Toolkit of Best Practice for Research Data Management*, 2017. P. 96-101.
18. Banks G. C. et al. Questions about questionable research practices in the field of management: A guest commentary. *Journal of Management.* 2016. № 42. P. 5-20.
19. 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. P. 257-270.
20. Benjamin D. J. et al. Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour.* 2017. P. 6-10.
21. 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: 15.11.2019).
22. 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. P. 802-806.
23. 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. P. 295-298.
24. Ethiraj S. K., Gambardella A., Helfat C. E. Replication in strategic management.

Strategic Management Journal. 2016. № 37. P. 2191-2192.

25. European Commission. URL : http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud. (Дата звернення 31.01.2020).
26. 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. P. 287-290.
27. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A.Benefits, adopadoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management.* 2012. № 29. P. 258-268.
28. Lakens D. et al. Justify your alpha: A response to «redefine statistical significance». 2017. URL: https://psyarxiv.com/9s3y6 (Last accessed: 15.11.2019).
29. Marienko, M. & Bezverbna, K. (2020). The Key Features of the CoCalc Cloud Service Use in the Process of Mathematics and Science Teachers Training. CEUR Workshop Proceedings, 2732 (2), 1141-1151. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2732/20201141.pdf
30. Marienko, M., Nosenko, Y. & Shyshkina, M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. CEUR Workshop Proceedings, 2731, 341-356. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf
31. Marienko, M., Nosenko, Y., Sukhikh, A., Tataurov, V. & Shyshkina M. (2020). Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. Proceedings journals E3S Web of Conferences, 166, 10015. URL : https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/26/e3sconf_icsf2020_10015.pdf, DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610015
32. 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.
33. McGreal R., Mackintosh W., Taylor J. *Open educational resources university: An assessment and credit for students initiative.* / Eds. R. McGreal, W. Kinutha, S. Marshall. Open Educational Resources: Innovation Research and Practice.

Vancouver: Commonwealth of Learning, 2013. P. 47-62.

34. McKiernan E. C., Bourne P. E., Brown C. T., Buck S., Kenall A., Lin J. How open science helps researchers succeed. *eLife.* 2016. № 5. P. 16800.
35. Nosek B. A. et al. Promoting an open research culture: Author guidelines for journals to promote transparency, openness, and reproducibility. *Science.* 2015. № 348. P. 1422-1425.
36. 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. P. 400-425.
37. Príncipe P. (2018). OpenAIRE infrastructure and services: advancing Open Science. Proceedings from 13th International Open Repositories Conference, June 4th-7th, Bozeman, Montana, USA. Bozeman, Montana.
38. Shyshkina M., Marienko M. Creating a cloud oriented open science information and education platform. Proc. of the 6th International conference: Digital education at environmental universities. Wroclaw, Poland, November 20-21, 2019. http://deeu.upwr.edu.pl/
39. Wicherts J. M., Bakker M. Publish (your data) or (let the data) perish! Why not publish your data too? *Intelligence.* 2012. № 40. P. 73-76.

Додаток В

Програма

дослідно-експериментальної роботи

Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

(тема дослідно-експериментальної роботи)

на базі Херсонського державного університету, Криворізького педагогічного університету, Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, Державного університету «Житомирська політехніка»

на 2019-2021 рр.

(терміни проведення експерименту – дати початку та завершення)

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

№ п / п	Зміст роботи	Термін виконання	Відповідальні	Результат
I. Організаційне забезпечення				
1.	Планування та оформлення програми дослідження а) планування та складання програми дослідно-експериментальної роботи; б) обговорення на засіданні Вченої ради ІІТЗН НАПН України питання: «Напрями	жовтень 2019 р. – грудень 2019 р.	Науковий керівник, керівники навчальних закладів.	Створення програми експерименту, залучення до активної участі в дослідно-експериментальній роботі педагогів.

	дослідно-експериментальної роботи на І етапі»; в) ознайомлення педагогічних працівників з програмою, метою та завданнями експерименту.			
2.	Створення науково-методичної координаційної ради експерименту.	Листопад 2019 р.	Науковий керівник, представники навчальних закладів.	Забезпечення ефективної роботи над експериментом.
3.	Створення хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї (формування бази акаунтів, розгортання хмаро орієнтованої системи, наповнення системи електронними освітніми ресурсами).	грудень-2019 р.	Директори навчальних закладів, науковий керівник, представники навчальних закладів.	Забезпечення ефективної роботи над експериментом.
4.	Складання графіка проведення навчальних та консультативних заходів.	жовтень – щорічно	Директори навчальних закладів, педагоги, науковий керівник.	Графік проведення навчальних та консультативних заходів (вебінарів, майстер-класів, семінарів та ін.).
5.	Навчання учасників експерименту щодо використання хмаро орієнтованої методичної системи	березень, жовтень – щорічно	Представники навчальних закладів, науковий керівник.	Матеріали навчальних заходів.
6.	Проведення спільних нарад за участю представників навчальних закладів, педагогів, відповідальних за роботу в експерименті.	відповідно до графіку, кожне півріччя	Науково-методична рада, науковий керівник, представники навчальних закладів.	Матеріали нарад.
7.	Організація методичної та технічної допомоги педагогам.	протягом експерименту	Науковий керівник, представники навчальних закладів.	Методичне забезпечення.
8.	Організація підсумкової конференції.	протягом експерименту	науково-методична рада, учасники експерименту, науковий керівник.	Обговорення результатів експерименту.

II. Відстеження перебігу експерименту та визначення його результатів				
1.	Вивчення та аналіз науково-теоретичних матеріалів та існуючого досвіду з проблем організації навчально-виховного процесу в педагогічному навчальному закладі, організації науково-методичної підтримки експерименту. Обговорення означених питань на спільних нарадах.	жовтень 2019 р. – грудень 2019 р.	Науковий керівник, регіональні відповідальні виконавці.	Створення теоретичної бази забезпечення експерименту, відбір наукових, теоретичних матеріалів для роботи навчальних закладів, підвищення професійної компетентності педагогів.
2.	Проведення моніторингу готовності учасників навчального процесу до участі в експерименті: анкетування педагогів, студентів (слухачів).	вересень – щорічно	Керівники навчальних закладів.	Готовність суб’єктів експерименту.
3.	Розроблення та теоретичне обґрунтування моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї та систематизація його складових компонентів.	січень 2020 р. – лютий 2020 р.	Науковий керівник, учасники експерименту.	Створення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.
4.	Експериментальне впровадження моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї у навчальний процес.	березень 2020 р. – травень 2021 р.	Науковий керівник, керівники навчальних закладів, учасники експерименту.	Забезпечення ефективної роботи над експериментом.
5.	Здійснення моніторингу компетентностей педагогів навчального закладу з проблеми дослідження.	лютий – щорічно	Науковий керівник, науково-методична координаційна рада.	Коригування методичної роботи та планування підвищення

				фахового рівня педагогів.
6.	Підготовка наукового звіту про виконання кожного етапу експерименту.	по завершенню кожного етапу експерименту	Науковий керівник, регіональні координатори, керівники навчальних закладів.	Проміжний звіт.
III. Матеріально-технічна база				
1.	Забезпечення учасників експерименту доступом до хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.	відповідно до термінів угод про участь в експерименті	Керівники навчальних закладів, науковий керівник.	Матеріально-технічне забезпечення експерименту.

Науковий керівник,
старший науковий співробітник відділу
хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти
Інституту інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України _____ М. В. Мар'єнко

Додаток Г

Навчальний модуль з проблем цифровізації відкритої науки й освіти для освітніх програм з підготовки докторів філософії в галузі освіти і педагогіки

№ з / п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Загальні положення (лекція)	1
2.	Профілі вченого у відкритому доступі (лекція та практичне заняття)	2
3.	Сервіси для пошуку наукових праць (лекція та практичне заняття)	2
4.	Сервіси для оприлюднення наукових здобутків (лекція та практичне заняття)	2
5.	Концепція відкритої науки та її значущість для вчителя математики (лекція та практичне заняття)	2
6.	Платформа відкритої науки та її компоненти (лекція та практичне заняття)	2
7.	Спеціалізовані хмарні сервіси як засоби впровадження відкритої науки (лекція та практичне заняття)	2
8.	Міжнародні проекти (лекція та практичне заняття)	2

Список рекомендованої літератури

1. Ayris P. Training early career researchers. *LEARN Toolkit of Best Practice for Research Data Management*, 2017. P. 96-101.
2. Banks G. C. et al. Questions about questionable research practices in the field of management: A guest commentary. *Journal of Management.* 2016. № 42. P. 5-20.
3. 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. P. 257-270.
4. Benjamin D. J. et al. Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*. 2017. P. 6-10.
5. 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: 15.11.2019).
6. 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. P. 802-806.
7. 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. P. 295-298.
8. Ethiraj S. K., Gambardella A., Helfat C. E. Replication in strategic management. *Strategic Management Journal.* 2016. № 37. P. 2191-2192.
9. European Commission. URL : http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud. (Дата звернення 31.01.2020).
10. 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. P. 287-290.
11. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A.Benefits, adopadoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management.* 2012. № 29. P. 258-268.
12. Lakens D. et al. Justify your alpha: A response to «redefine statistical significance». 2017. URL: https://psyarxiv.com/9s3y6 (Last accessed: 15.11.2019)..
13. 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.
14. McGreal R., Mackintosh W., Taylor J. *Open educational resources university: An assessment and credit for students initiative.* / Eds. R. McGreal, W. Kinutha, S. Marshall. Open Educational Resources: Innovation Research and Practice. Vancouver: Commonwealth of Learning, 2013. P. 47-62.
15. McKiernan E. C., Bourne P. E., Brown C. T., Buck S., Kenall A., Lin J. How open science helps researchers succeed. *eLife.* 2016. № 5. P. 16800.
16. Nosek B. A. et al. Promoting an open research culture: Author guidelines for journals to promote transparency, openness, and reproducibility. *Science.* 2015. № 348. P. 1422-1425.
17. 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. P. 400-425.
18. Príncipe P. (2018). OpenAIRE infrastructure and services: advancing Open Science. Proceedings from 13th International Open Repositories Conference, June 4th-7th, Bozeman, Montana, USA. Bozeman, Montana.
19. Shyshkina M., Marienko M. Creating a cloud oriented open science information and education platform. Proc. of the 6th International conference: Digital education at environmental universities. Wroclaw, Poland, November 20-21, 2019.

http://deeu.upwr.edu.pl/
20. Wicherts J. M., Bakker M. Publish (your data) or (let the data) perish! Why not publish your data too? *Intelligence.* 2012. № 40. P. 73-76.
21. Мар'єнко М. В. Відкрита наука як передумова формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів. *Науково-практична конференція «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності»*. НАУ, 2019.
22. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. *Фізико-математична освіта. 2019, №4(22). С. 12-18.*
23. Шишкіна М. П. Використання електронних ресурсів і сервісів відкритої науки у діяльності науковця. Науково-практичної конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності». НАУ, 2019.
24. Шишкіна М. П. Технології відкритої науки у хмаро орієнтованому освітньо-науковому середовищі університету. Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку. Матеріали методологічного семінару НАПН України. 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. К, 2019. С. 275-281.
25. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Інформаційні технології в освіті.* 2019. № 2 (39). С. 7-19.
26. Шишкіна М. П., Попель М. В. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-науковому середовищі університету. *Збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019» (15-16 травня 2019 року).* НУБіП України, м. Київ, Україна. 2019. С. 232-234.

Додаток Д

Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Монографії, посібники

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

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

3. Інформаційні технології у вищій школі : монографія / Вакалюк Т. А. та ін. / за заг. ред. Вакалюк Т. А., Литвинової С. Г. Житомир : вид-во ФОП «О. О. Євенок», 2019. 364 с.

Методичні рекомендації

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

Статті у наукових фахових виданнях України

5. Kovalenko V. V., Marienko M V., Sukhikh A. S. Tools of augmented and virtual reality in the process of blended learning in general secondary education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Vol. 86. No. 6. P. 70-86. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4664 ***(індексується у Web of Science)***.

6. Вакалюк Т. А., Мар'єнко М. В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Том 81. № 1. С. 340-355. DOI :

https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225 ***(індексується у Web of Science)***.

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

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

9. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. Освітній дискурс : збірник наукових праць, 2021. Випуск 37 (10). С. 28-38.

10. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Сучасний стан використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі у закладах освіти. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2021. Випуск 38 (11). С. 56-64.

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

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

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

14. Мар'єнко М. В. Аналіз результатів формувального етапу

педагогічного експерименту «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї». Інноваційна педагогіка. 2022. Випуск 45. С. 283-286. DOI : https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/45.59.

15. Мар'єнко М. В. Аналіз стану проблеми підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Information Technologies in Education (ITE). 2020. № 43. С. 52-63. DOI : https://doi.org/10.14308/ite000719.

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

17. Мар'єнко М. В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3 (29). С. 99-104.

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

19. Мар'єнко М. В. Наукові платформи та хмарні сервіси, їх місце у системі наукової освіти вчителя. Фізико-математична освіта. 2019. №4 (22). С. 12-18.

20. Мар'єнко М. В. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 1 (27). С. 62-66.

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

22. Мар'єнко М. В., Маркова О. М., Коновал О. А. Особливості організації індивідуальної роботи з учнями засобами цифрових технологій.

Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2022. № 4-6 (40). С. 38-44. DOI : https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.40(4-6)-4.

23. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. Освітній дискурс. 2020. № 27 (10). С. 50-59.

24. Мар'єнко М. В., Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 5 (31). С. 60-66.

25. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Організація професійної діяльності науковця засобами цифрових технологій в умовах війни. Інноваційна педагогіка. 2022. Випуск 48. Т. 1. С. 209-212. DOI : https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.4.

26. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2021. Випуск 32 (4). С. 45-52.

27. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.

28. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. Journal of Information Technologies in Education (ITE). 2020. № 4 (45). С. 32-44.

29. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П., Коновал О. А. Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Том 89. № (3), С. 209-232. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981 ***(індексується у Web of Science)***.

30. Шишкіна М. П., Попель М. В. Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. Journal of Information

Technologies in Education (ITE). 2019. № 2 (39). С. 7-19.

Статті у зарубіжних наукових виданнях

31. Marienko M. The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2 : AET*. P. 466-472. 2022. DOI : 10.5220/0010932900003364.

32. Marienko M. V. Tools and Services of the Cloud-Based Systems of Open Science Formation in the Process of Teachers' Training and Professional Development. *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP)*. Vol. 429. P. 108-120. DOI : 10.1007/978-3-030-85893-3_8 ***(індексується у Scopus)***.

33. Marienko M. V., Nosenko Yu. H., Shyshkina M. P. Smart systems of open science in teachers' education. *Journal of Physics : Conference Series*. 2022. Vol. 2288 (2022) 012035. DOI :10.1088/1742-6596/2288/1/012035 ***(індексується у Scopus)***.

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

35. Marienko M., Nosenko Y., Shyshkina M. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020. Kryvyi Rih : CEUR Workshop Proceedings, 2020. P. 341-356. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus та Web of Science)***.

36. Marienko M., Nosenko Y., Sukhikh A., Tataurov V., Shyshkina M. Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. *E3S Web of Conferences*. 2020.

Vol. 166, 10015. URL : https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/26/e3sconf_icsf2020_10015.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

37. Merzlykin P., Marienko M., Shokaliuk S. CoCalc Tools as a Means of Open Science and Its Didactic Potential in the Educational Process. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1 : AET*. P. 109-118. 2022. DOI : 10.5220/0010921000003364.

38. 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 Workshop Proceedings. Vol-2433. P. 173-183. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper10.pdf (Last accessed : 02.12.2020). ***(індексується у Scopus)***.

39. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Areas of Educational Studies of the Cloud-based Learning Systems. *Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018).* Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2019. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2433/ (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

40. Popel M. V., Shyshkina M. P. The Cloud Technologies and Augmented Reality : the Prospects of Use. *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education.* Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol-2257. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper23.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

41. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support. *Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications.* Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017). CEUR Workshop Proceedings. 2017. P. 327-339. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000327.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

42. 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)*. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Volume II : Workshops. Vol. 2393. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_241.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

43. 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. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2104. URL : http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_156.pdf (Last accessed : 07.11.2018) ***(індексується у Scopus)***.

44. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented Reality as a Tool to Support Research Collaboration in Virtual Teams within the Open Science Platforms. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education.* Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2547. P. 107-116. URL : http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/ (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

45. Shyshkina M. P., Marienko M. V. Augmented reality as a tool for open science platform by research collaboration in virtual teams. *AREdu 2019 Augmented Reality in Education. Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. Edited by A. E. Kiv, M. P. Shyshkina. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2547. P. 107-116. http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper08.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus та Web of Science)***.

46. Shyshkina M., Kohut U., Popel M. The Systems of Computer Mathematics in the Cloud Based Learning Environment of Educational Institutions. *Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration,*

Harmonization and Knowledge Transfer. CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1844. P. 396-405. URL : http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000396.pdf (Last accessed : 02.12.2020) ***(індексується у Scopus)***.

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

Статті в інших наукових виданнях України

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

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

50. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Методика використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. Т. 4. № 1. DOI : https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4111.

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

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

53. Попель М. В., Бобилєв Д. Є. Диференціація навчання майбутніх вчителів математики комплексному аналізу засобами CoCalc. *Новітні комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті»,* 2019. № 17. С. 192-200.

54. Попель М. В., Семеріков С. О., Шокалюк С. В. Дидактичний потенціал CoCalc у навчанні природничо-математичних та інформатичних дисциплін. *Новітні комп'ютерні технології : спецвипуск «Хмарні технології в освіті».* 2019. № 17. С. 152-158.

Наукові праці апробаційного характеру

Тези доповідей в матеріалах конференцій

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

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

57. Мар'єнко М. В. Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2019»* (Київ, 4 жовтня 2019 р.). Київ : ЦП Компринт, 2019. С. 95-98. URL : https://lib.iitta.gov.ua/718851/1/Marienko%20MV%20Nauk%20mol%202019.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

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

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

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

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

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

64. Мар'єнко М. В. Класифікація інструментарію Moodle в контексті відкритої науки. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*

«MoodleMootUkraine 2020 : теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» : тези доповідей. (Київ, 22 травня 2020 р.). Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2020. URL : https://2020.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=23 (Дата звернення 02.12.2020).

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

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

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

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

69. Мар'єнко М. В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Тези доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)»* (м. Житомир, 09-11 квітня 2020 р.). Житомир : Житомирська

політехніка, 2020. С. 208-209.

70. Мар'єнко М. В. Рекомендації щодо використання сервісів хмаро орієнтованої методичної системи у процесі діяльності вчителя. *Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України* : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 117-119. URL : https://lib.iitta.gov.ua/730487/1/Marienko%20Zvitna%202022.pdf (Дата звернення 01.06.2022).

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

72. Мар'єнко М. В. Співвідношення цифрових технологій та технологій хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освіті. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2021. С. 141-143. URL : https://lib.iitta.gov.ua/724023/ (Дата звернення 04.09.2021).

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

74. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. *Тези доповідей III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення»*, м. Житомир, 26-27 листопада 2020 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 137-139.

75. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Ефективне та безпечне використання

цифрових технологій під час змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Збірник матеріалів IX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2021»* (Київ, 30 листопада 2021 р.). К. : ІІТЗН НАПН України 2021. С. 132-135.

76. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Аналіз ступеня розробки хмаро орієнтованих систем відкритої науки. *Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2020»* (Київ, 21 жовтня 2020 р.). Київ : ФОП Ямчинський О. В., С. 112-114.

77. Попель М. В. Адаптивні хмаро орієнтовані системи : передумови виникнення. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України :* збірник матеріалів наукової конференції. Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 227-230. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712202/1/Zvitna_2018_Popel_M.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

78. Попель М. В. Еволюція формування і розвитку хмаро орієнтованих систем. *Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2018»* (16 листопада 2018 р., м. Київ). Київ : ІІТЗН НАПН України, 2018. С. 123-125. URL : https://lib.iitta.gov.ua/712398/1/Nauk_molod_Popel2018.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

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

81. Попель М. В. Організація спільної роботи слухачів із

використанням хмарних сервісів у процесі навчання математичних дисциплін. *Збірник матеріалів методологічного семінару «Нові тенденції і явища у дитячому і молодіжному середовищі в Україні : цивілізаційний, культурологічний, інформаційний виміри»*. Київ : НАПН, 2017. С. 89-94.

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

83. Попель М. В. Сучасний стан розвитку і використання хмаро орієнтованих систем у процесі підготовки вчителів. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України* : збірник матеріалів наукової конференції. Київ, 2019. С. 49-50. URL : https://lib.iitta.gov.ua/715974/1/Popel%20M%20Zvitna%202019.pdf (Дата звернення 03.12.2020).

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

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

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

Додаток Е

Список вищих навчальних закладів та установ, у яких упроваджено результати дослідження

1. Дрогобицький державний педагогічний університет.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

вул. Стрийська, 3, м. Дрогобич, 82100, Україна

Тел.: (03244) 3-54-65

Email:fizmatdddpu@gmail.com

Веб-сайт: https://dspu.edu.ua/

2. Криворізький педагогічний університет.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

проспект Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна.

тел.+38 (056) 470 13 34

Email: kdpu@kdpu.edu.ua

Веб-сайт: www.kdpu.edu.ua

3. Класичний приватний університет.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: приватна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

вул. Жуковського, 70 «Б», м. Запоріжжя, 69002, Україна.

тел. (061)787-33-96, (061)764-67-50

Веб-сайт: http://virtuni.education.zp.ua

4. Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти.

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:

вул. В.Чорновола, 74, м. Рівне, 33028, Україна.
тел. +38 (0362) 64 96 60
Веб-сайт: www.roippo.org.ua

5. Державний університет «Житомирська політехніка».

Вид (тип) експериментального навчального закладу: вищий навчальний заклад.

Форма власності закладу: державна.

Орган державної влади, яким безпосередньо підпорядковано заклад: Міністерство освіти і науки України.

Юридична адреса:
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005, Україна.
тел. +38 (0412) 24 14 22
Веб-сайт: www.ztu.edu.ua

Додаток Ж

Приклади лекційних занять (фрагменти) дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»

Тема лекції: «Вступ. Основні етапи наукового дослідження і їх підтримка з використанням ІКТ» (фрагмент)

Використання ІКТ на кожному етапі наукового дослідження

1. Пошук, збирання, накопичення даних щодо проблеми дослідження і її висвітлення в літературі, констатувальні дані.

Найрозповсюдженіші ІКТ [153]: Google Академія, електронні бібліотеки установ, репозитарії, архіви матеріалів у відкритому доступі, міжнародні бази даних, наукометричні бази даних.

Деякі дослідники не сприймають серйозно публікацію 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. 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 [153]. Такі сервіси відкритого доступу існують для різних галузей науки: 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 (рис. Ж.1). Розглянемо більш детально процес реєстрації на цьому сервісі (рис Ж.2-Ж.5) [153].

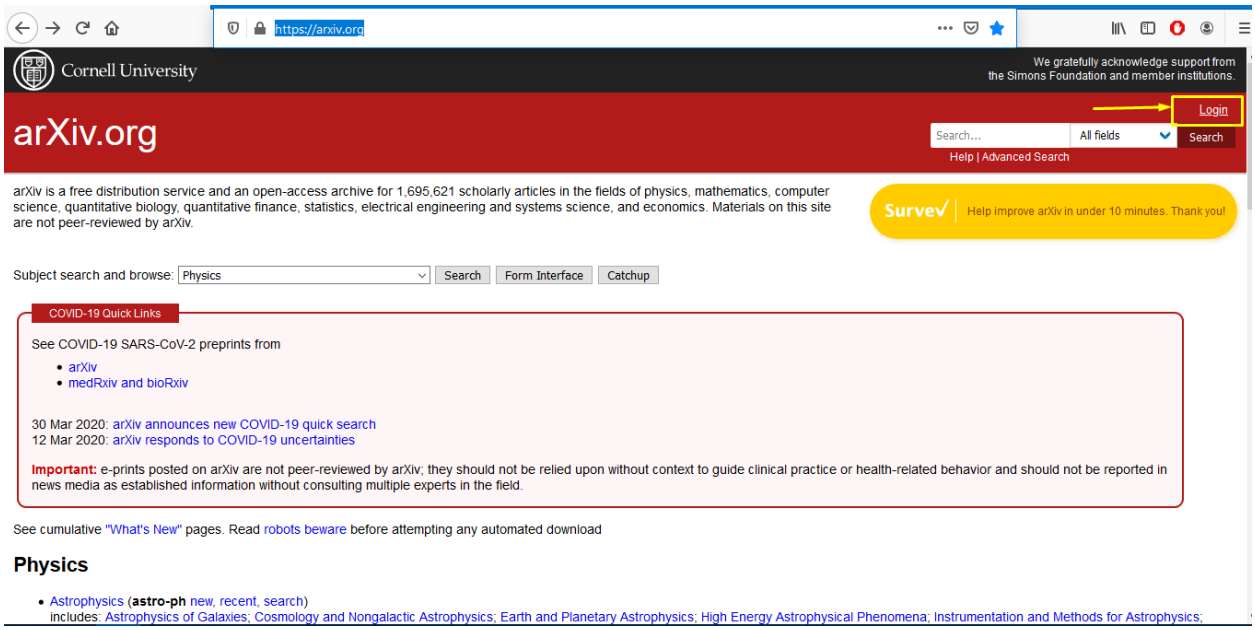


Рис. Ж.1. Головна сторінка сервісу відкритого доступу arXiv

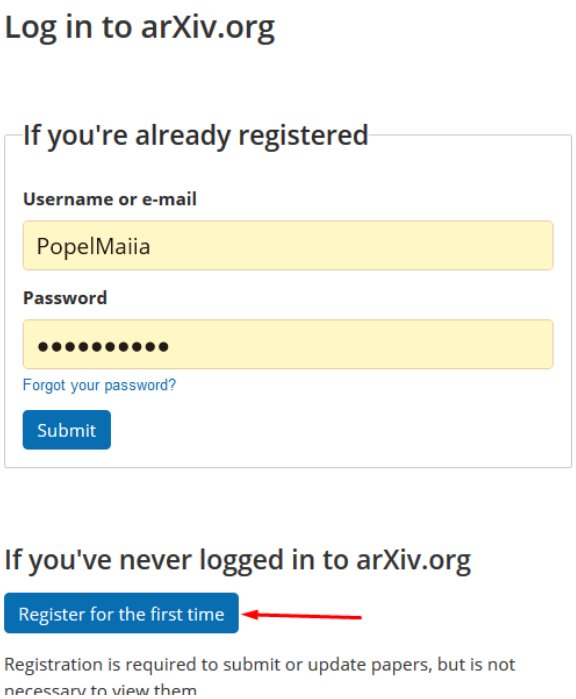


Рис. Ж.2. Вікно авторизації

Register for the first time (step 1 of 2)

You should only register with arXiv once: arXiv associates papers that you have sub
the scholarly record, support academic integrity, and prevent abuse of our systems. If you

Email:

You **must** be able to receive mail at this address to register. We take strong measures to
if we discover that you've done so, we will suspend your account.

mari_lin@mail.ru

Username:

MarienkoMaiia

Password:

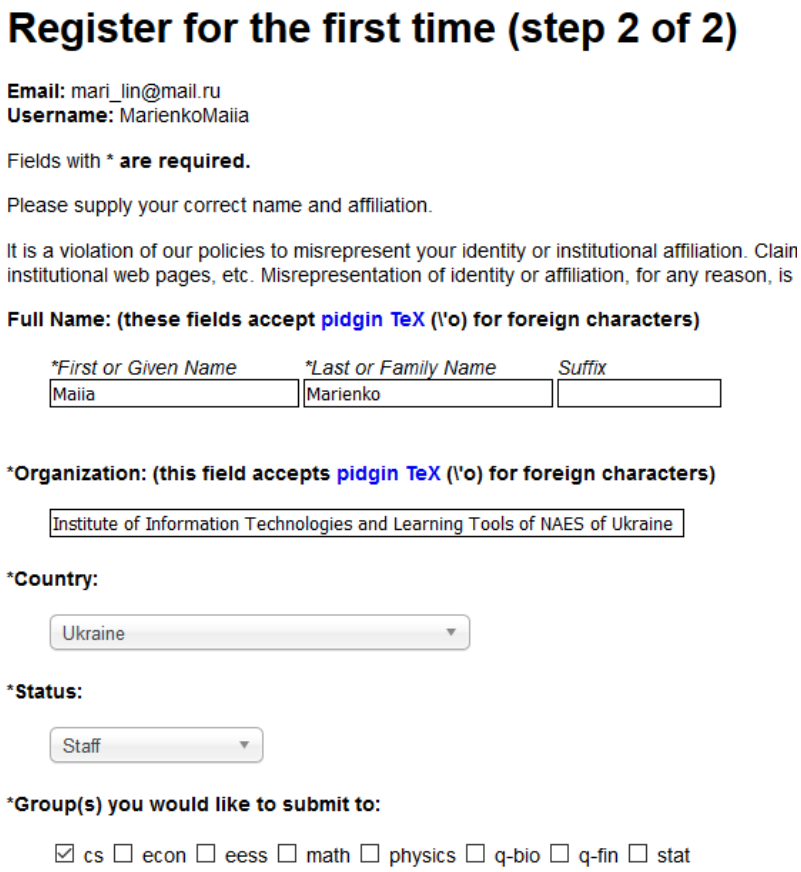
Enter Password *Re-enter Password*

Verification:

294418 294418

Next >>

Рис. Ж.3. Форма реєстрації



Register for the first time (step 2 of 2)

Email: mari_lin@mail.ru
Username: MarienkoMaiia

Fields with * **are required.**

Please supply your correct name and affiliation.

It is a violation of our policies to misrepresent your identity or institutional affiliation. Clain
institutional web pages, etc. Misrepresentation of identity or affiliation, for any reason, is

Full Name: (these fields accept pidgin TeX (\'o) for foreign characters)

First or Given Name *Last or Family Name* *Suffix*

Maiia Marienko

***Organization: (this field accepts pidgin TeX (\'o) for foreign characters)**

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine

***Country:**

Ukraine

***Status:**

Staff

***Group(s) you would like to submit to:**

☑ cs ☐ econ ☐ eess ☐ math ☐ physics ☐ q-bio ☐ q-fin ☐ stat

Рис. Ж.4. Форма реєстрації (другий крок)

Рис. Ж.5. Останній етап реєстрації

Після цього на пошту прийде лист-підтвердження. Після реєстрації можна заходити до облікового запису звичайним чином (рис. Ж.6-Ж.7) [153].

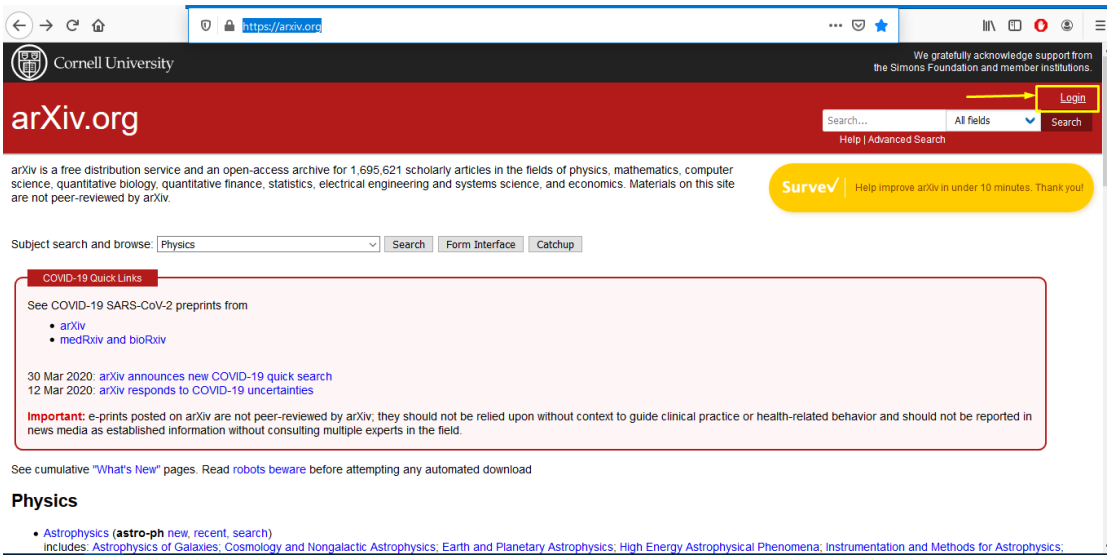


Рис. Ж.6. Головна сторінка сервісу відкритого доступу arXiv (авторизація)

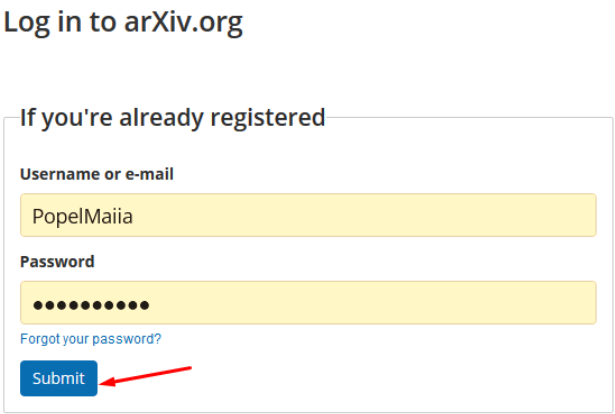


Рис. Ж.7. Форма авторизації для роботи з сервісом arXiv

Спочатку слід змінити пошту на офіційну (або ж одразу реєструватись на офіційну пошту установи (рис. Ж.8-Ж.9) [153].

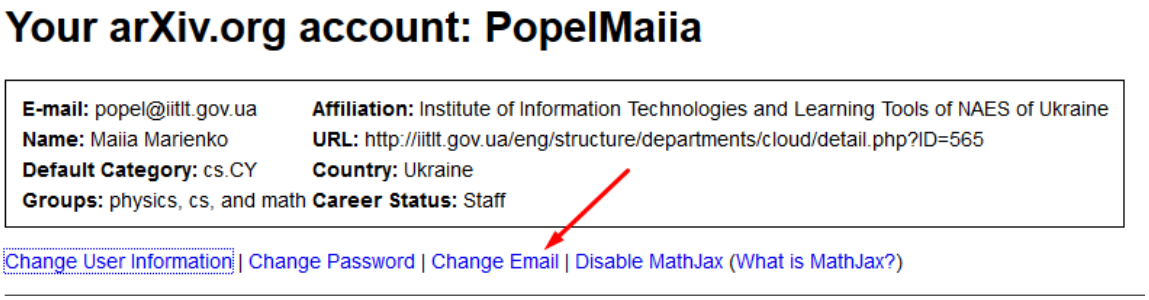


Рис. Ж.8. Налаштування облікового запису користувача

Рис. Ж.9. Форма зміни електронної адреси користувача

На нову поту прийде лист-підтвердження [153]. Це потрібно для того, щоб можна було додавати ресурси в декілька категорій (рис. Ж.10-Ж.11).

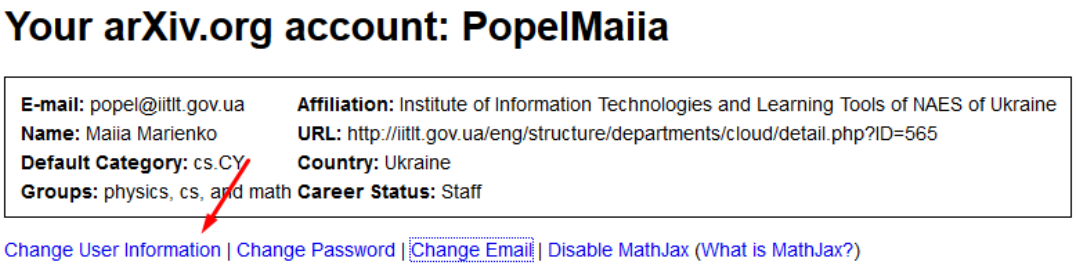


Рис. Ж.10. Посилання для зміни інформації користувача

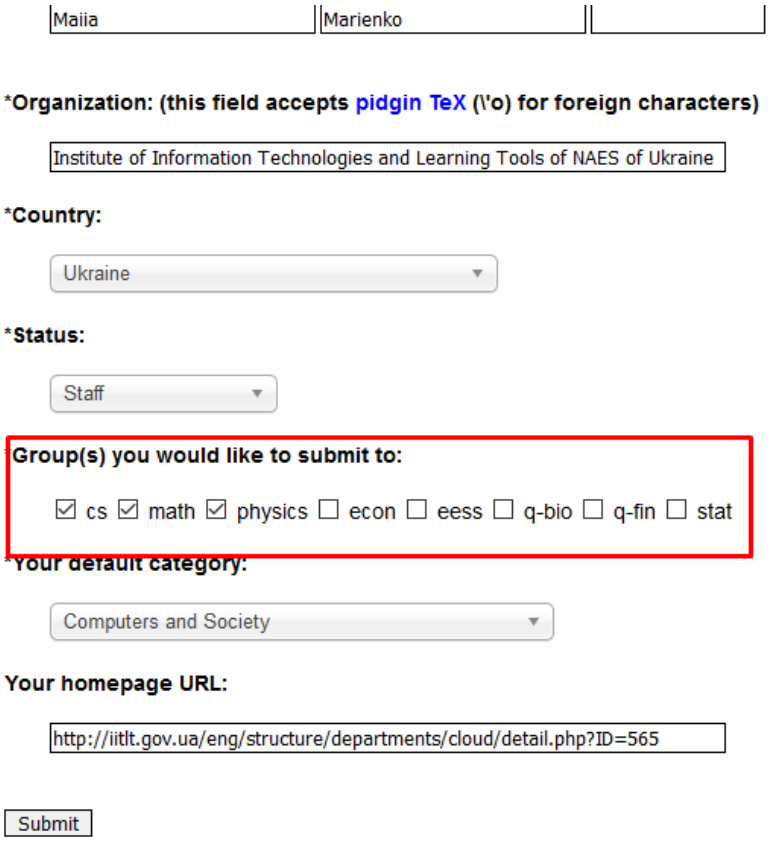


Рис. Ж.11. Визначення категорій користувача для завантаження ресурсів

Проте, спочатку, слід отримати дозвіл на завантаження статей у відповідну категорію. Ось як це зробити (рис. Ж.12-Ж.16) [153].

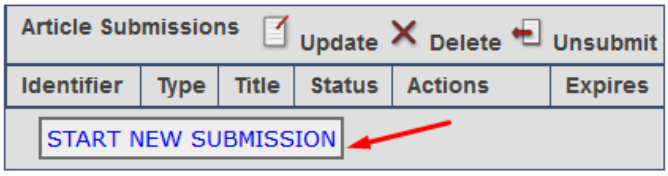


Рис. Ж.12. Кнопка для розміщення нового матеріалу

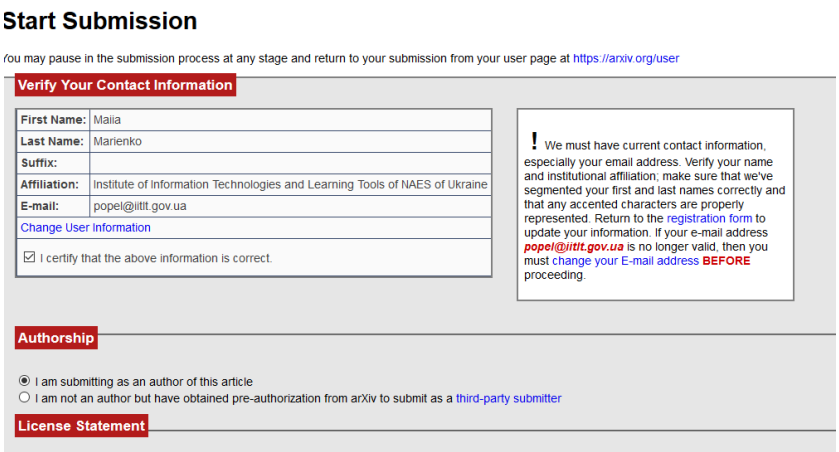


Рис. Ж.13. Форма для завантаження нового подання (підтвердження авторства)

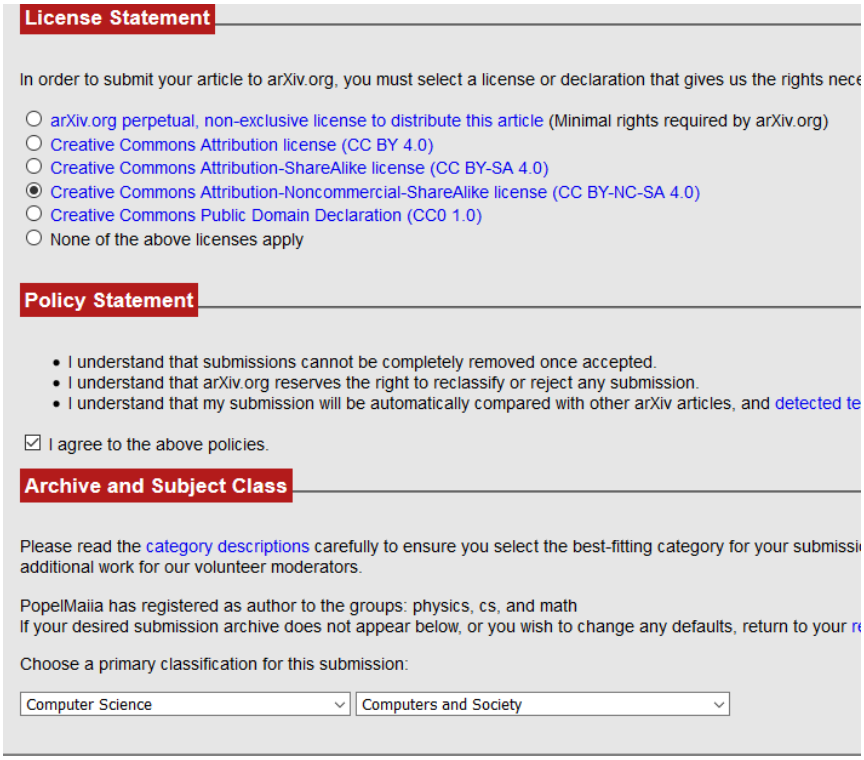


Рис. Ж.14. Вибір категорії та ліцензії для завантаження нового ресурсу

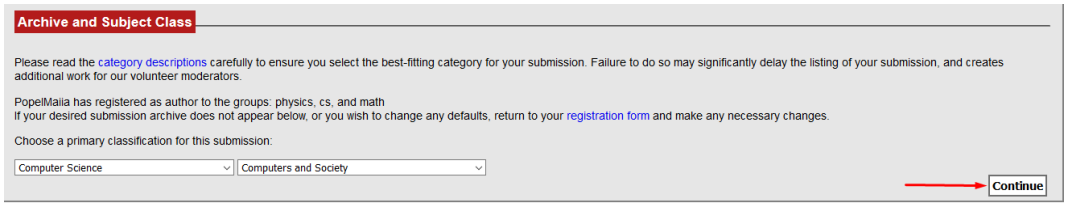


Рис. Ж.15. Вибір категорії (класифікації) для нового ресурсу

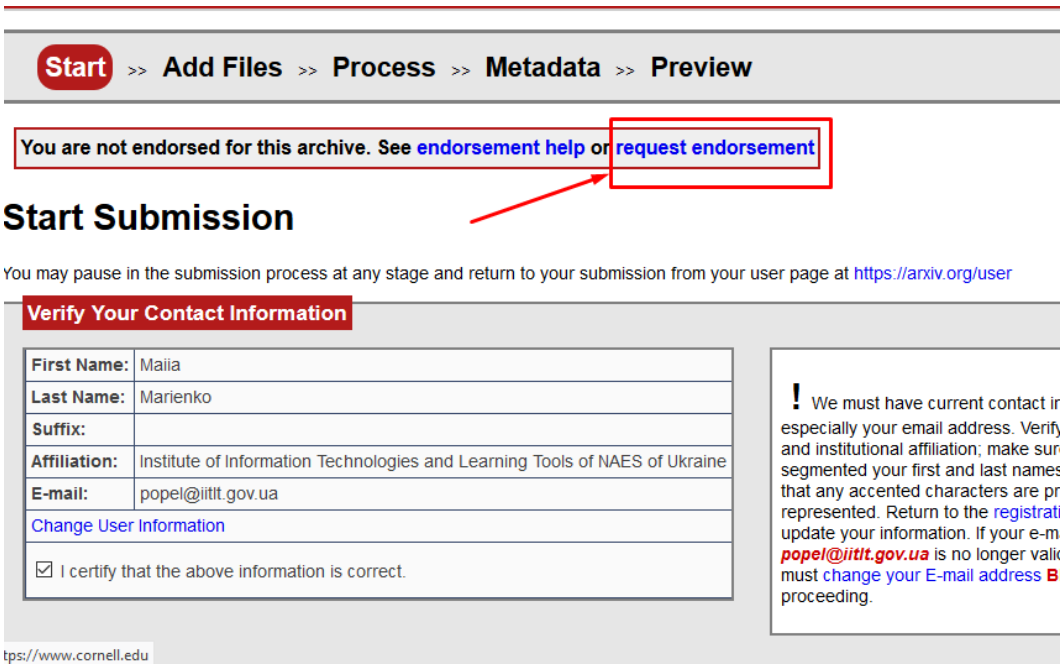
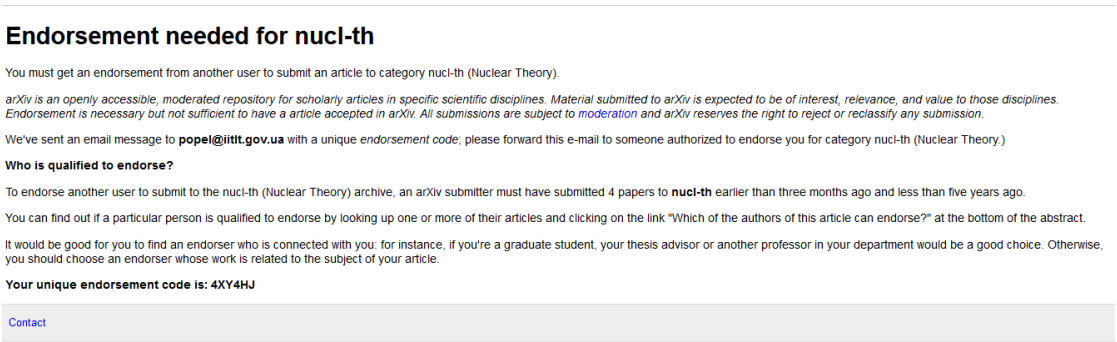


Рис. Ж.16. Посилання для дозволу на завантаження нових ресурсів в обрану категорію

Відкриваємо в новій вкладці (рис. Ж.17).



Endorsement needed for nucl-th

You must get an endorsement from another user to submit an article to category nucl-th (Nuclear Theory).

arXiv is an openly accessible, moderated repository for scholarly articles in specific scientific disciplines. Material submitted to arXiv is expected to be of interest, relevance, and value to those disciplines. Endorsement is necessary but not sufficient to have a article accepted in arXiv. All submissions are subject to moderation and arXiv reserves the right to reject or reclassify any submission.

We've sent an email message to **popel@iitlt.gov.ua** with a unique *endorsement code*; please forward this e-mail to someone authorized to endorse you for category nucl-th (Nuclear Theory.)

Who is qualified to endorse?

To endorse another user to submit to the nucl-th (Nuclear Theory) archive, an arXiv submitter must have submitted 4 papers to **nucl-th** earlier than three months ago and less than five years ago.

You can find out if a particular person is qualified to endorse by looking up one or more of their articles and clicking on the link "Which of the authors of this article can endorse?" at the bottom of the abstract.

It would be good for you to find an endorser who is connected with you: for instance, if you're a graduate student, your thesis advisor or another professor in your department would be a good choice. Otherwise, you should choose an endorser whose work is related to the subject of your article.

Your unique endorsement code is: 4XY4HJ

Contact

Рис. Ж.17. Генерація повідомлення для доступу до завантаження в дану категорію нових матеріалів

Перекладене повідомлення наступне [153]:

Підтвердження, необхідне для nucl-го

Ви повинні отримати схвалення від іншого користувача, щоб подати статтю до категорії nucl-й (ядерна теорія).

arXiv – це відкрито доступне, модероване сховище наукових статей з конкретних наукових дисциплін. Очікується, що матеріали, подані до arXiv, будуть цікавими, актуальними та цінними для цих дисциплін. Підтримка

необхідна, але недостатня для того, щоб стаття була прийнята в arXiv. Усі подання підлягають модерації, і arXiv залишає за собою право відхилити або перекласифікувати будь-які матеріали.

Ми надіслали електронне повідомлення на popel@iitlt.gov.ua з унікальним кодом схвалення; будь ласка, перешліть цей електронний лист тому, хто уповноважений вас схвалити для категорії nucl-й (ядерна теорія.)

Хто кваліфікований для затвердження?

Щоб схвалити іншого користувача, який має подати до архіву nucl-го (ядерної теорії), архівник, який подав arXiv, повинен надіслати 4 документи до nucl-го раніше, ніж три місяці тому, і менше, ніж п'ять років тому.

Ви можете дізнатися, чи певна особа кваліфікована, щоб схвалити, переглянувши одну чи декілька своїх статей та натиснувши посилання «Хто з авторів цієї статті може схвалити?» внизу реферату.

Було б добре, щоб ви знайшли індосанта, який пов'язаний з вами: наприклад, якщо ви аспірант, ваш дипломний радник чи інший професор на вашому кафедрі був би хорошим вибором. В іншому випадку вам слід вибрати індосанта, робота якого пов'язана з темою вашої статті.

Ваш унікальний код підтвердження: 4XY4HJ

Інакше кажучи, відкриваємо пошту, шукаємо лист з таким кодом та пересилаємо його тій особі, що вже зареєстрована на цьому сайті та має 4 схвалених документа (що належать обраній Вами категорії). Я обрала для прикладу іншу категорію, бо для цих категорій мене вже схвалили (рис. Ж.18) [153].

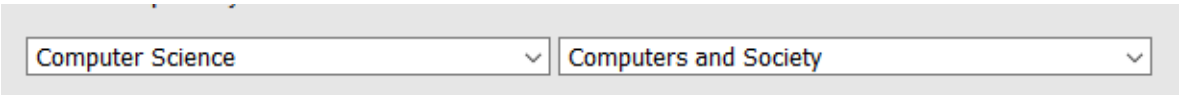


Рис. Ж.18. Приклад встановлення категорії для нового ресурсу

Раджу в першу чергу завантажувати в дану категорію свої матеріали. Вона нам найближча. Якщо не приймають, тоді вже експериментувати. В

першу чергу краще завантажувати англомовні матеріали. Їх приймають в першу чергу та майже без проблем. З українськими – бувають певні проблеми [153].

Коли Вас схвалили, Ви зможете завантажити свої матеріали у відповідну категорію (рис. Ж.19-Ж.27) [153].

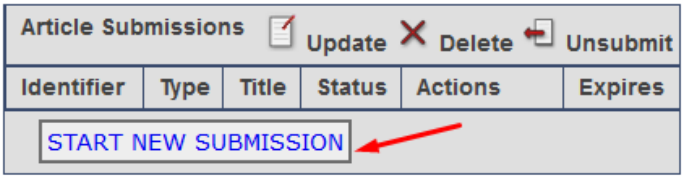


Рис. Ж.19. Кнопка для створення нового ресурсу

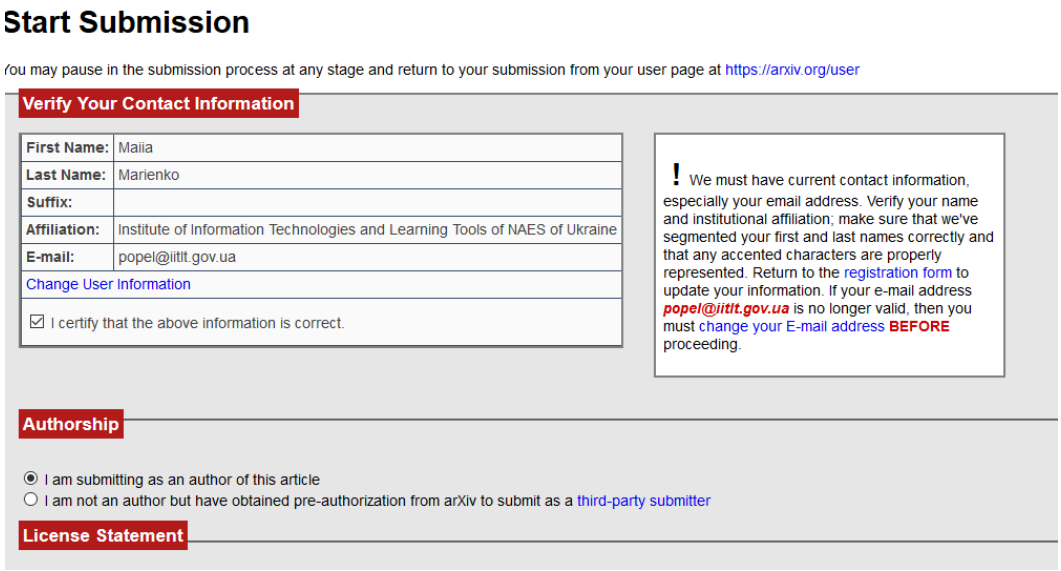


Рис. Ж.20. Форма реєстрації нового ресурсу

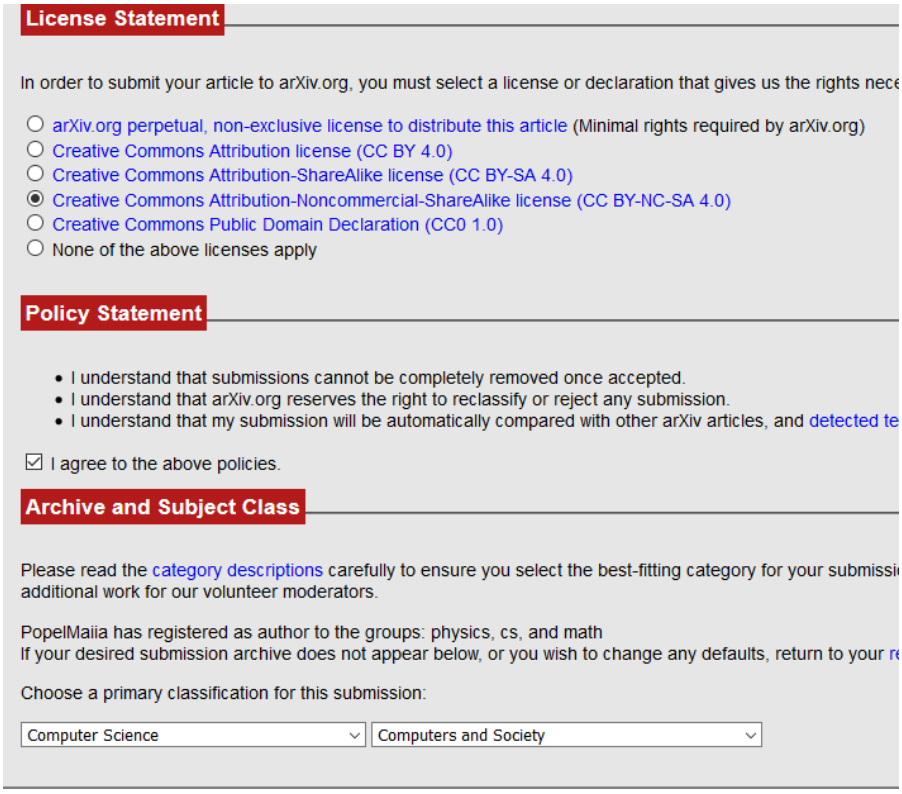


Рис. Ж.21. Блоки вибору ліцензії та категорії для нового матеріалу

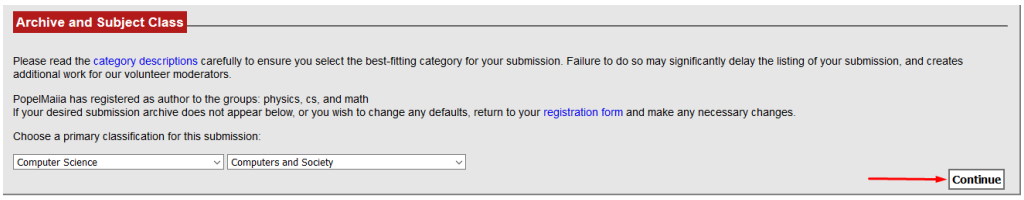


Рис. Ж.22. Блок вибору категорії (класифікації) для нового ресурсу

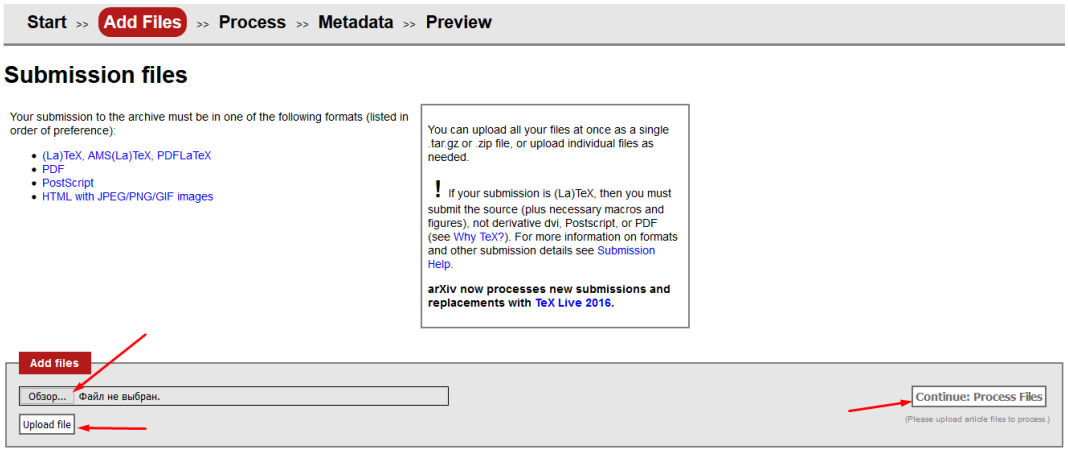


Рис. Ж.23. Форма завантаження матеріалу

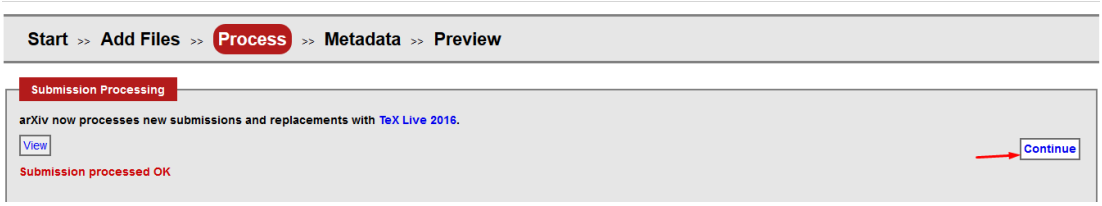


Рис. Ж.24. Форма перегляду завантаженого матеріалу

Рис. Ж.25. Форма заповнення основних реквізитів нового матеріалу

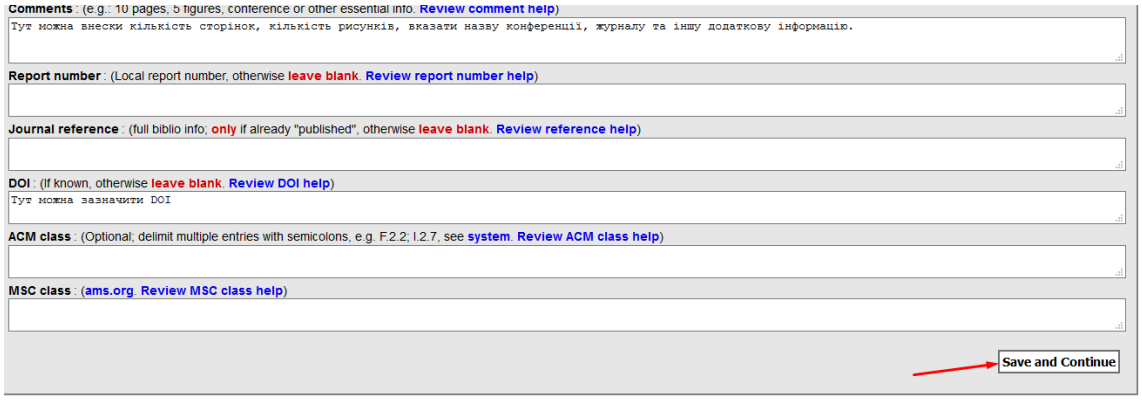


Рис. Ж.26. Кнопка збереження основних реквізитів нового матеріалу

Рис. Ж.27. Кнопка попереднього перегляду завантаженого матеріалу

Якщо Ви вказали іншу категорію на початку, а не як на рис. Ж.28.

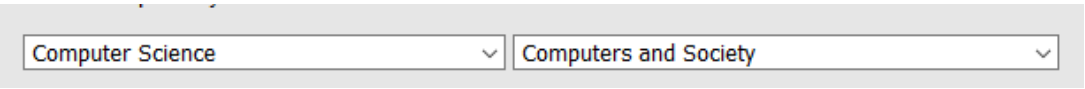


Рис. Ж.28. Блоки для зазначення додаткових категорій ресурсу

Тоді слід на цьому кроці додати цю категорію, як додаткову (рис. Ж.29).

Рис. Ж.29. Додаткові категорії ресурсу

Згодом з’явиться ще одна кнопка (рис. Ж.30) [153].

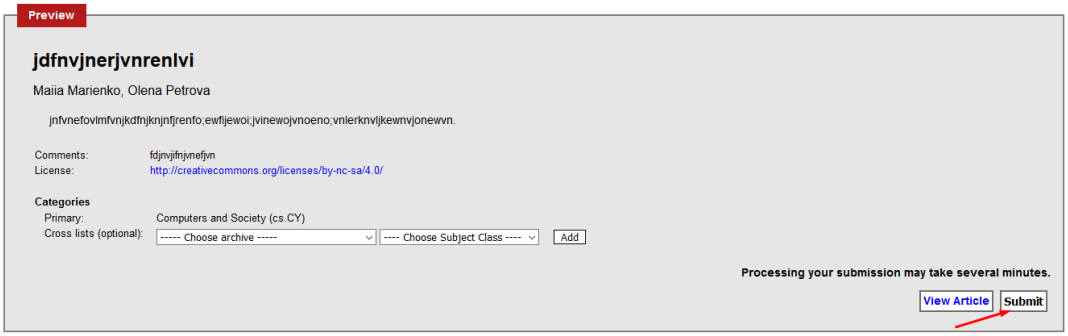


Рис. Ж.30. Кнопка для завершення процедури подання

Певний час матеріал будуть перевіряти (рис. Ж.31).

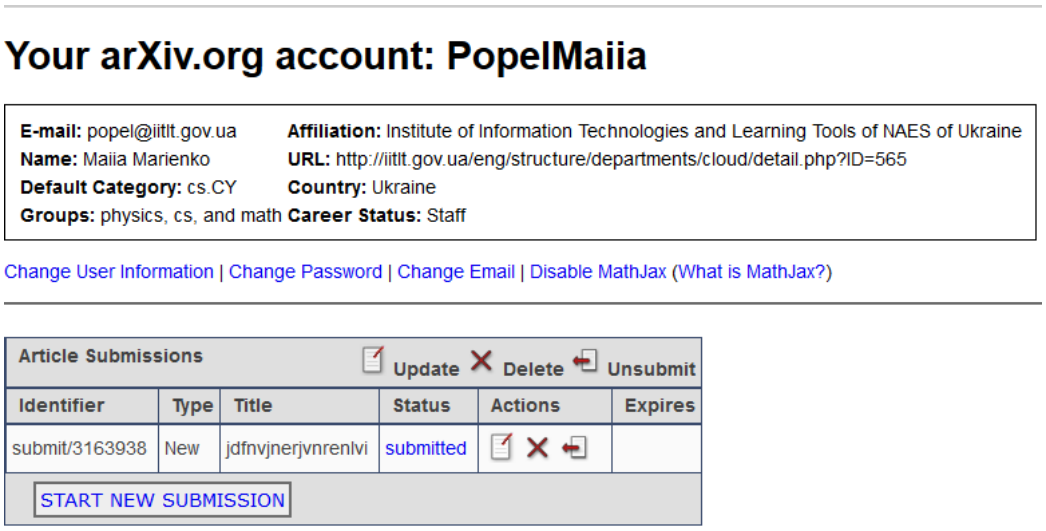


Рис. Ж.31. Новий ресурс перевіряється адміністрацією

Після перевірки він з’явиться як прийнятий в цьому списку (рис. Ж.32) [153].

Article Submissions Update Delete Unsubmit

Identifier	Type	Title	Status	Actions	Expires

START NEW SUBMISSION

Articles You Own Replace Withdraw Cross list Journal ref Annotate

Identifier	Primary Category	Title	Actions	Author
2003.07687	cs.CY	Augmented reality as a tool for open science platform by research collaboration in virtual teams		Y
1902.10507	physics.ed-ph	Cloud service CoCalc as a means of forming the professional competencies of the mathematics teacher		Y
1901.05139	physics.ed-ph	Using CoCalc as a Training Tool for Mathematics Teachers Pre-Service Training		Y
1809.05382	physics.ed-ph	The application features MMC mobile SAGE course of Mathematics		Y
1807.01966	cs.CY	The Cloud Technologies and Augmented Reality: the Prospects of Use		Y
1807.01770	cs.CY	The Systems of Computer Mathematics in the Cloud-Based Learning Environment of Educational Institutions		Y
1807.01129	cs.CY	The Methodical Aspects of the Algebra and the Mathematical Analysis Study Using the Sagemath Cloud		Y
1807.01120	cs.CY	The Learning Technique of the SageMathCloud Use for Students Collaboration Support		Y
1807.01102	cs.CY	The Design and Evaluation of the Cloud-based Learning Components with the Use of the Systems of Computer Mathematics		Y
1807.00795	cs.CY	CoCalc as a Learning Tool for Neural Network Simulation in the Special Course "Foundations of Mathematic Informatics"		Y

Рис. Ж.32. Список загальнодоступних ресурсів користувача

Проте, можливо саме для освітян буде цікаво опанувати навички роботи з Google Академією (https://scholar.google.com.ua/). Google Scholar або Google Академія – вільна доступна пошукова система, яка індексує повний текст наукових публікацій всіх форматів і дисциплін. Для того, щоб розпочати роботу з даною пошуковою системою не обов’язково мати акаунт Google (рис. Ж.33) [153].

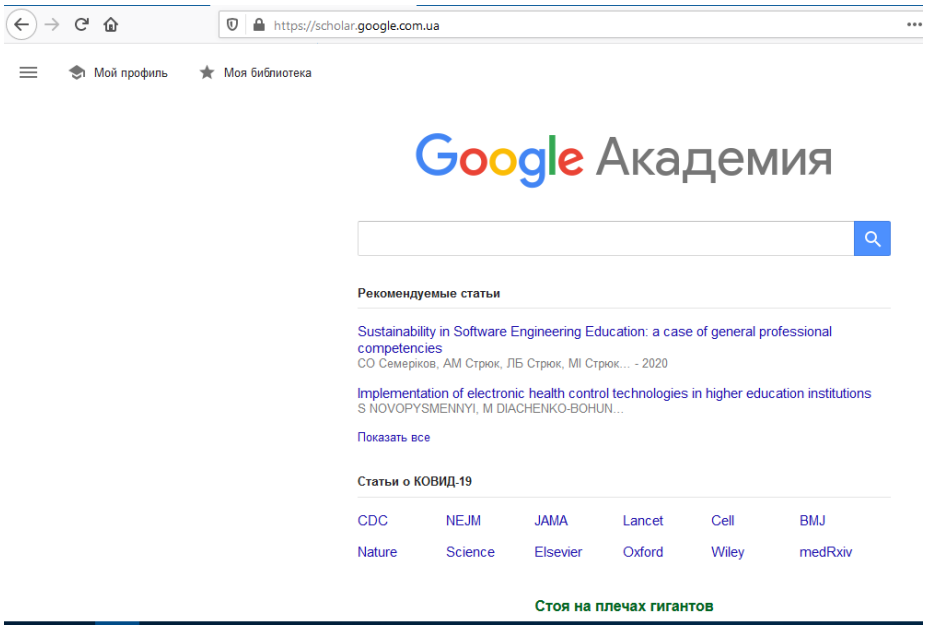


Рис. Ж.33. Головна сторінка Google Академії

Для того, щоб розпочати роботу слід ввести в поле пошуку ключове слово / ключову фразу (рис. Ж.34) та натиснути на відповідну кнопку (або на клавіатурі клавішу Enter) [153].

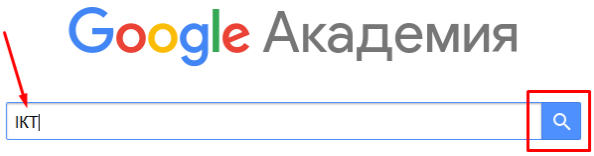


Рис. Ж.34. Поле для пошуку

На Ваш запит буде сформовано список наукових матеріалів, що відповідають ключовому слову (рис. Ж.35).

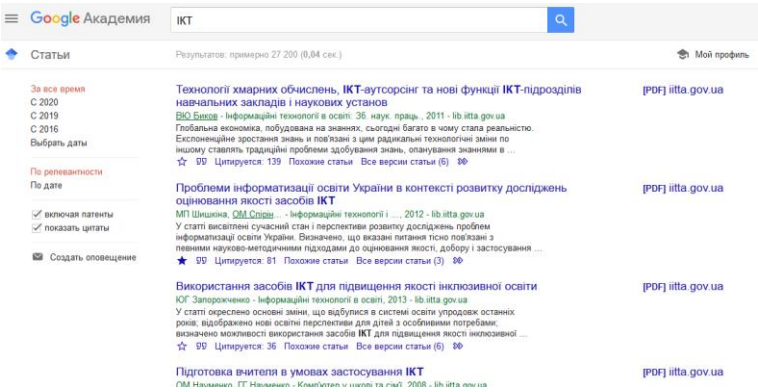


Рис. Ж.35. Сформований список ресурсів згідно пошукового запиту

Якщо Ви хочете виконати пошук за точною фразою, тоді її слід ввести в лапках (рис. Ж.36) [153].

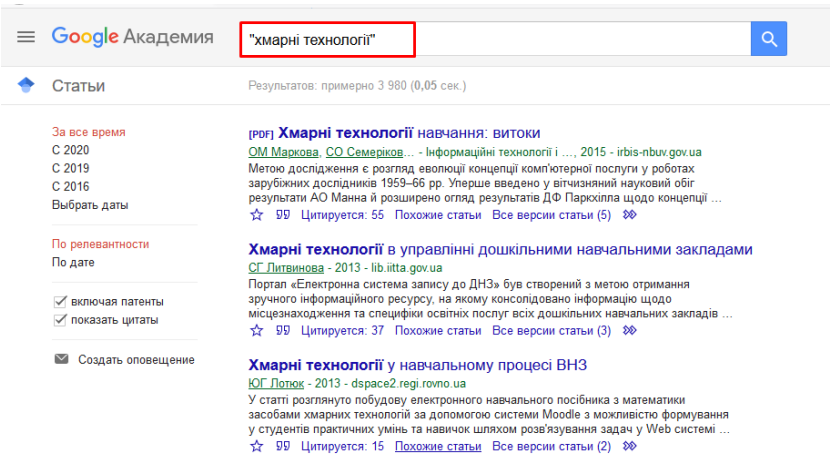


Рис. Ж.36. Пошук за точною фразою

Ліворуч від сформованого списку знаходяться параметри пошуку, де можна обрати за який саме період слід показати знайдені матеріали (рис. Ж.37). Наприклад, в першу чергу цікавими можуть бути публікації та розробки останніх років [153].

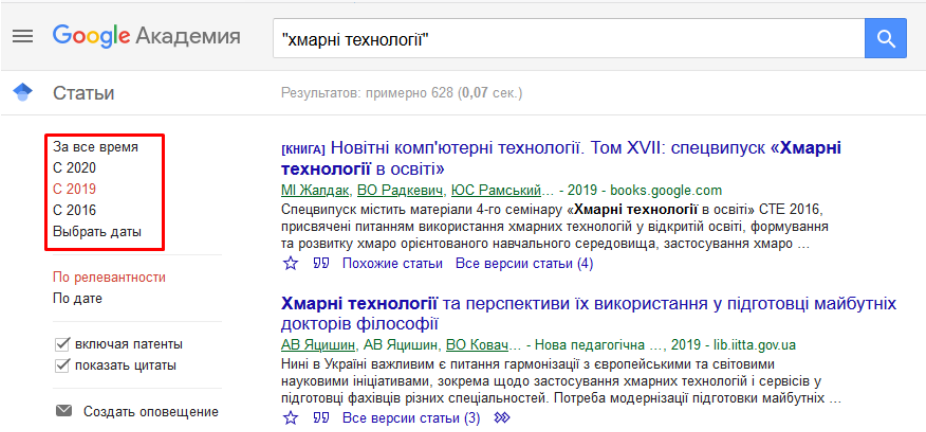


Рис. Ж.37. Меню фільтрів за роками

Серед параметрів можна обрати вид сортування (рис. Ж.38) [153].

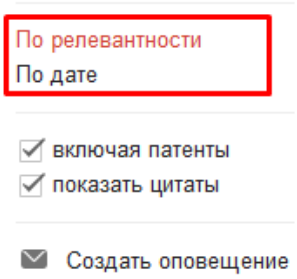


Рис. Ж.38. Меню фільтрів упорядкування списку ресурсів

Також можна в пошук включити патенти та показати наявні цитування (рис. Ж.39) [153].

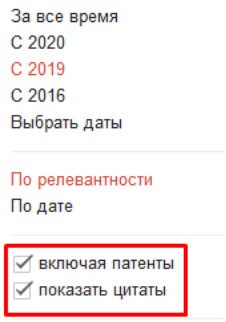


Рис. Ж.39. Меню фільтрів для списку ресурсів (цитати та патенти включно)

2. Подання, опрацювання, візуалізація закономірностей у даних, в тому числі спільний доступ [153].

Найрозповсюдженіші ІКТ [153]: табличні процесори (Microsoft Offise Excel), Google таблиці, хмарні системи комп'ютерної математики (СКМ).

3. Аналіз і інтерпретація отриманих результатів (наприклад, за допомогою статистичних пакетів.

Найрозповсюдженіші ІКТ [153]: статистичні пакети, сервіси створення презентацій чи публікацій,

4. Валідизація, дискусія, колективне оцінювання висновків, рецензування [153].

Найрозповсюдженіші ІКТ: соціальні мережі, інструменти хмарних систем, віртуальні інтерактивні дошки.

5. Впровадження, оприлюднення, використання.

Найрозповсюдженіші ІКТ: персональні сайти, блоги, соціальні мережі, освітні портали [153].

Тема лекції: «Сервіси спільної роботи над навчальними проектами та спільного опрацювання даних у ході роботи над проектом» (фрагмент)

Для того, щоб розпочати роботу з Discord слід перейти за посиланням: https://discord.com/ чи ввести в пошукову систему назву Discord (рис. Ж.40) [153].

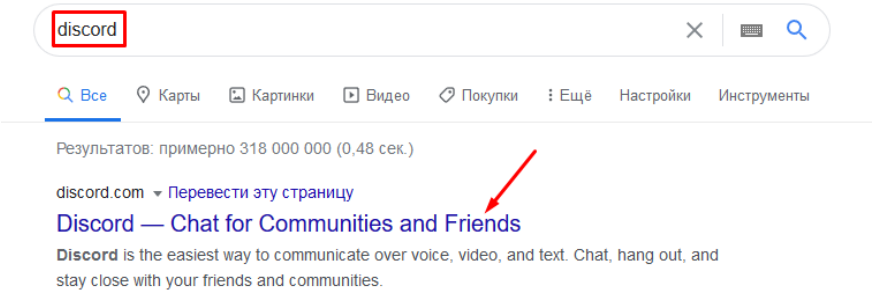


Рис. Ж.40. Пошук головної сторінки Discord

На головні сторінці слід обрати (рис. Ж.41).

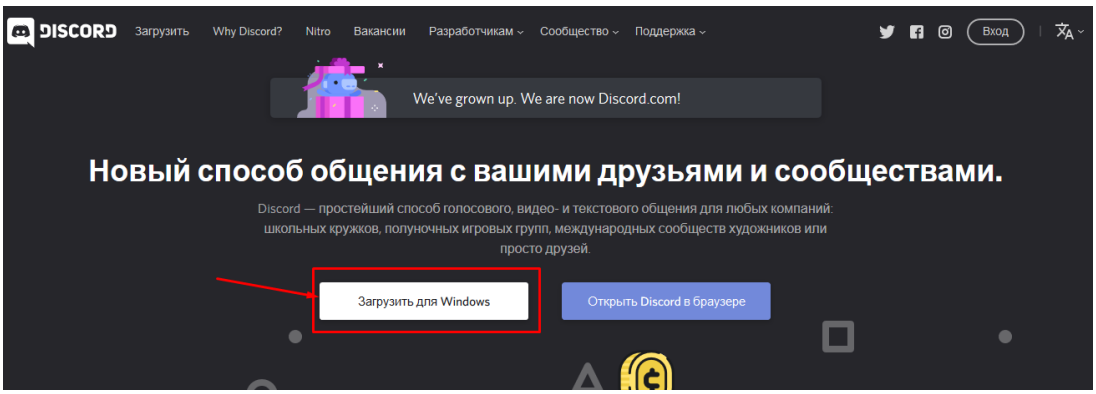


Рис. Ж.41. Завантаження файлу для встановлення месенджера

При цьому слід звернути увагу, що наявна можливість роботи і в браузері (без завантаження). Проте, в даному випадку завантажимо та встановимо програму (рис. Ж.42-Ж.43) [153].

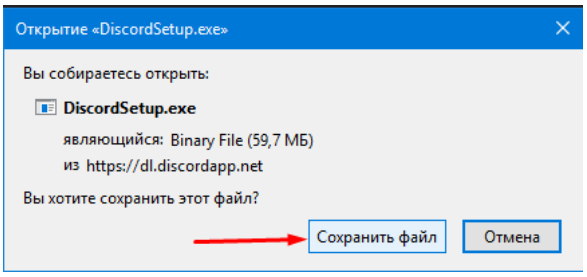


Рис. Ж.42. Вікно збереження файлу для встановлення месенджера

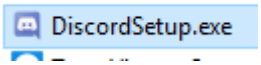


Рис. Ж.43. Піктограма файлу встановлення месенджера

Після того, як ви завантажили програму, треба зареєструватись. Слід вказати свою електронну пошту, ім'я та пароль і натиснути «продовжити». (рис. Ж.44) [153].

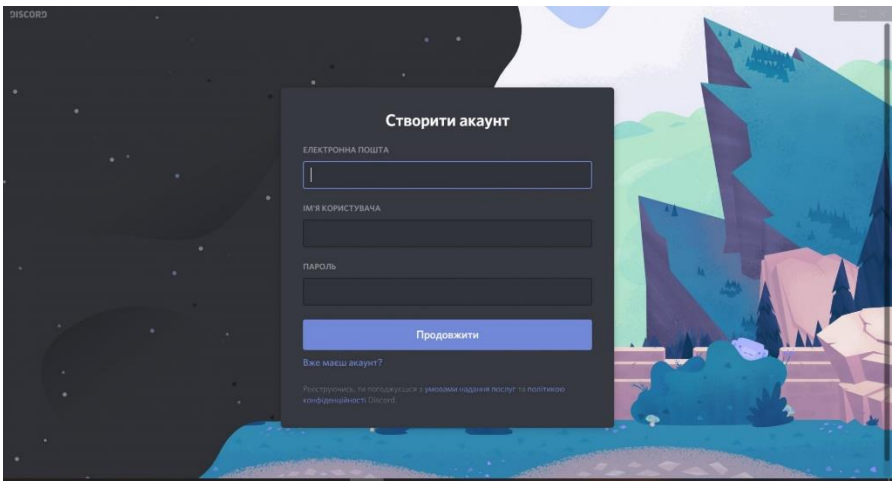


Рис. Ж.44. Форма реєстрації

За кілька хвилин вам на пошту прийде лист із посиланням. Натисніть кнопку «Підтвердити електронну адресу», підтвердіть, що ви – не робот, – і вас автоматично спрямує до програми чи додатку, який ви вже завантажили. Головна сторінка програми матиму такий вигляд (рис. Ж.45) [153].

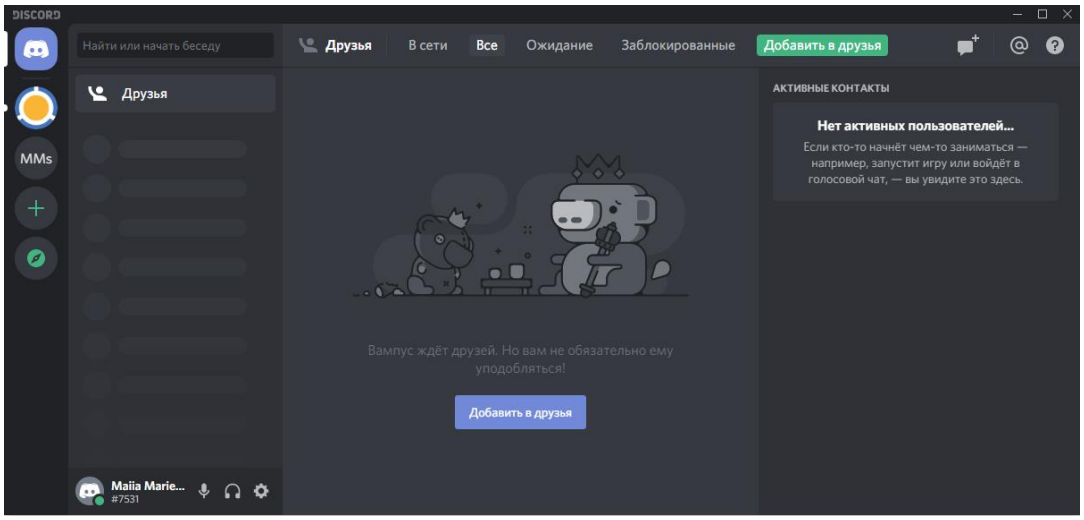


Рис. Ж.45. Головна сторінка програми

Тепер спробуємо додати друга. Для цього слід натиснути на кнопку (рис. Ж.46).

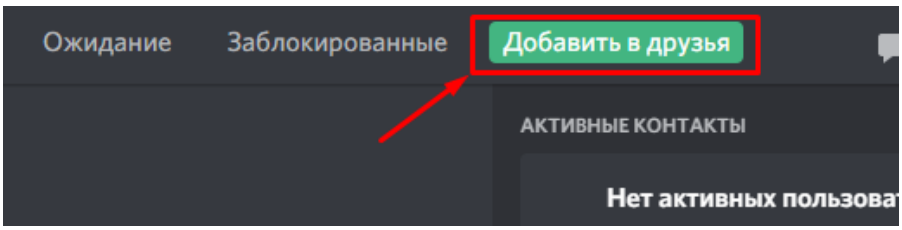


Рис. Ж.46. Кнопка для додавання іншого користувача в друзі

В поле для введення слід ввести ім’я користувача та код, наприклад (рис. Ж.47).

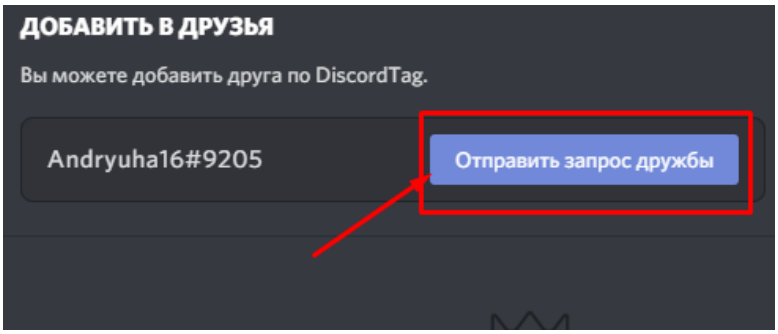


Рис. Ж.47. Кнопка для запиту на дружбу іншому користувачу

Після підтвердження користувача він з’явиться у Вас в друзях (рис. Ж.48).

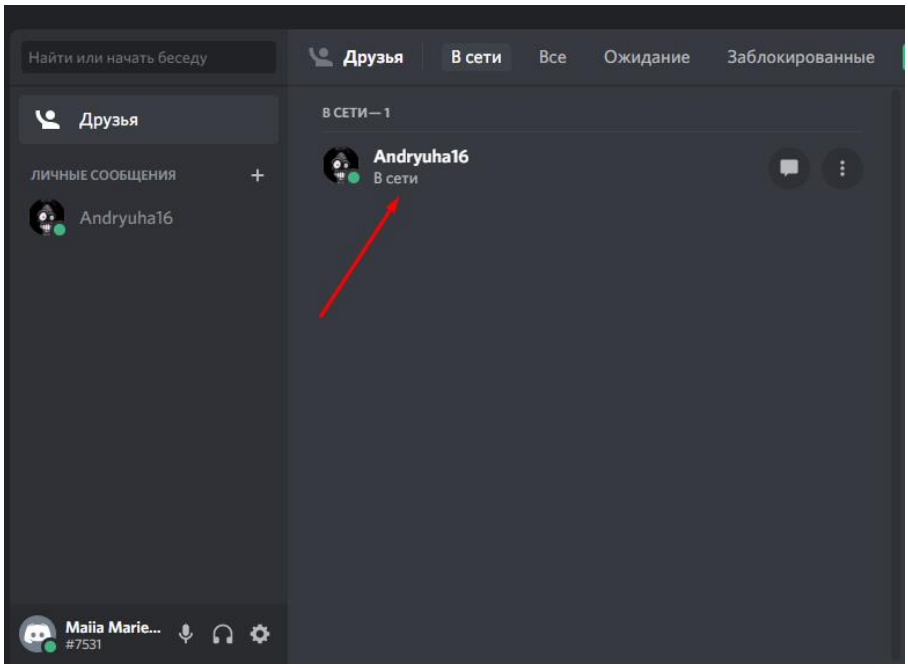


Рис. Ж.48. Список користувачів-друзів

В Discord окрема група називається сервером. Тому для створення групи скористаємось відповідною кнопкою (рис. Ж.49) [153].

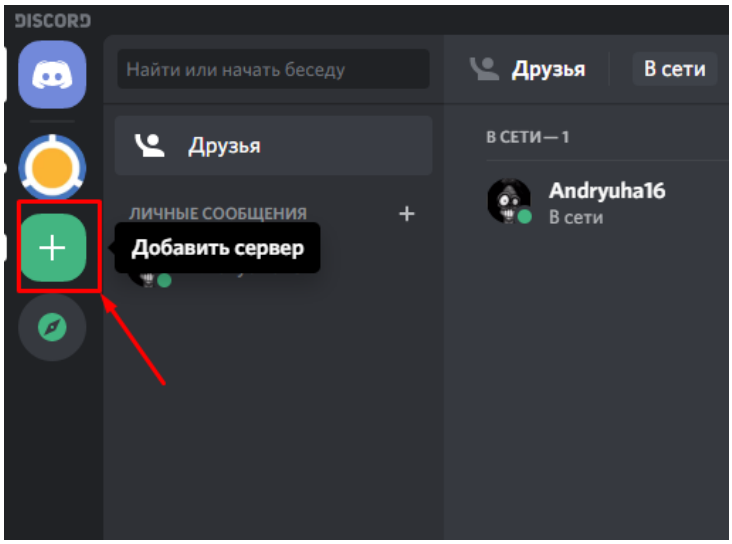


Рис. Ж.49. Кнопка створення нового серверу

З'явилось повідомлення, що створення серверу – це безкоштовно (рис. Ж.50) [153].

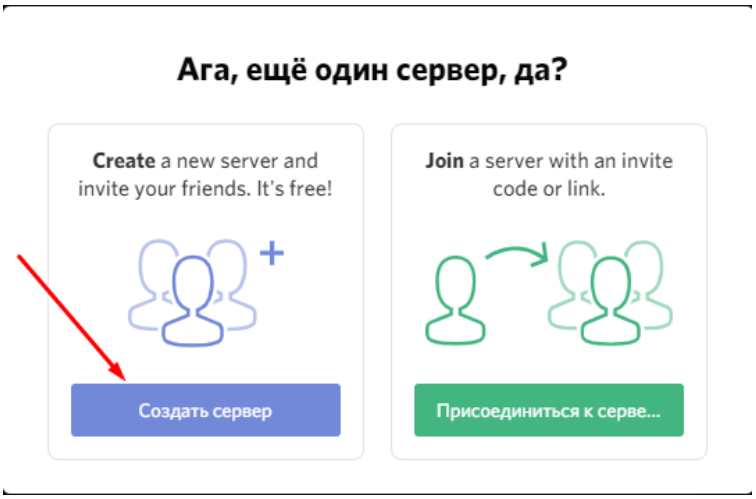


Рис. Ж.50. Форма створення серверу

Останнім кроком слід ввести назву свого серверу (рис. Ж.51).

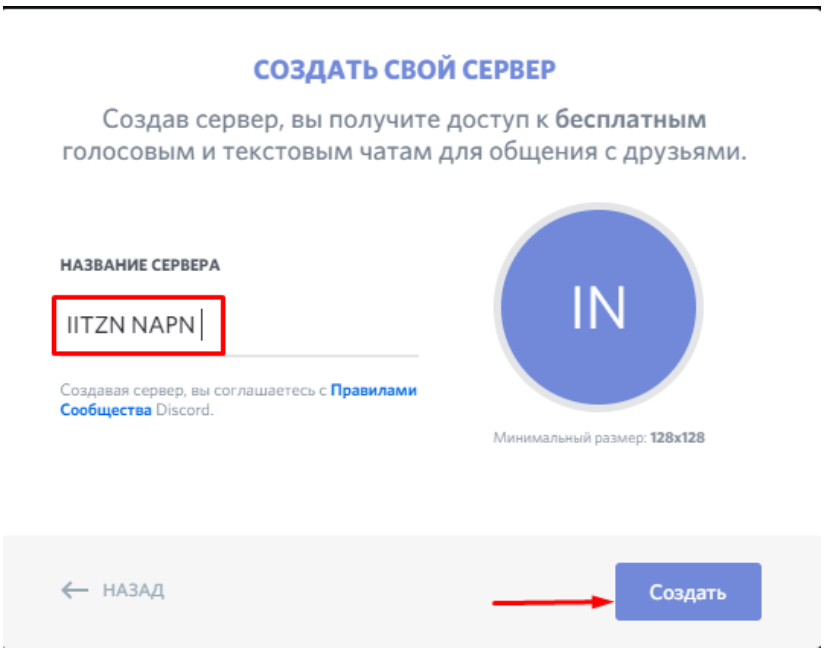


Рис. Ж.51. Поле призначення назви серверу

Після створення серверу Вам буде запропоновано додати до нього Вашого друга (друзів) (рис. Ж.52). Після цього можна закрити спливаюче вікно (рис. Ж.52) [153].

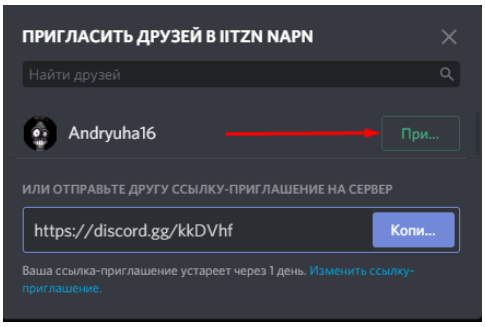


Рис. Ж.52. Форма додавання друга до серверу

Загальний вигляд серверу матиме наступний вигляд (рис. Ж.53) [153].

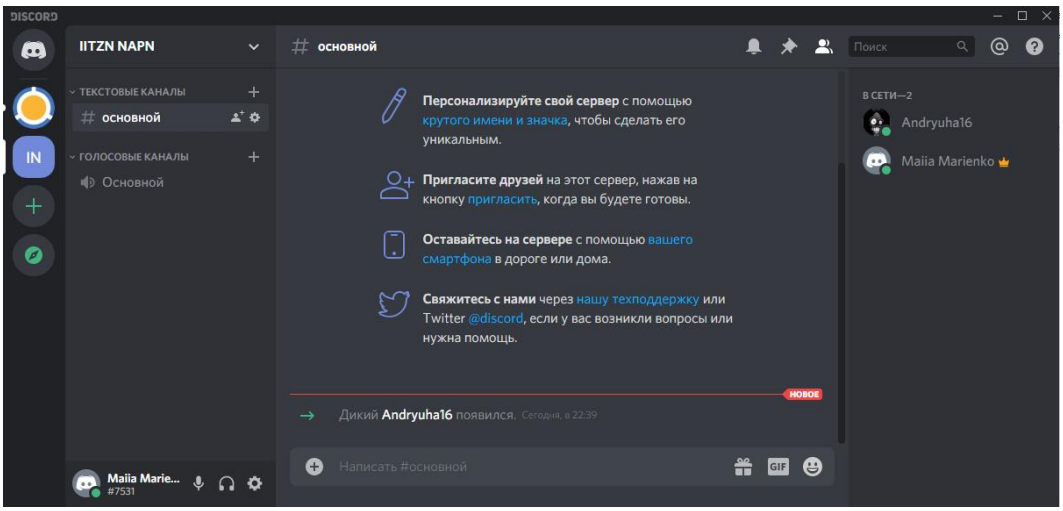


Рис. Ж.53. Загальний вигляд серверу

Зверніть увагу, Ваш сервер має декілька каналів: текстовий та голосовий (рис. Ж.54). Текстовий канал – це чат в звичному розумінні. Голосовий включає в собі і відеоконференції (обмеження 25 чоловік) і голосовий чат (без обмежень) [153].

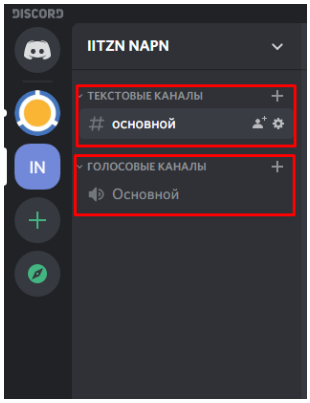


Рис. Ж.54. Список каналів серверу

Перевагою Discord є те, що в межах свого серверу є можливість створення декількох таких каналів, тобто розподіляти групу учнів (студентів) на мікрогрупи. При цьому наявні відповідно до кожної мікрогрупи відповідні права доступу (рис. Ж.55) [153].

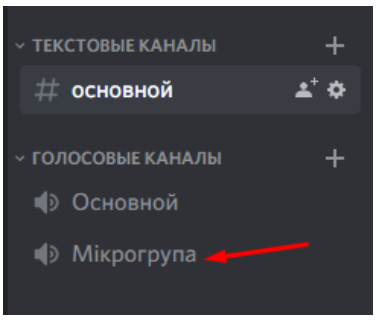


Рис. Ж.55. Список мікрогруп

Для того, щоб додати інший канал треба натиснути на відповідну кнопку (рис. Ж.56) [153].

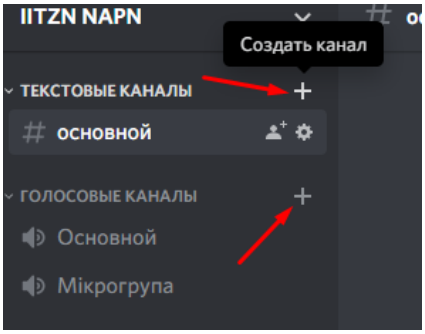


Рис. Ж. 56. Створення нового голосового каналу

Даємо назву новому каналу, виставляємо приватність (для окремої групи користувачів)та натискаємо кнопку «Створити канал» (рис. Ж.57) [153].

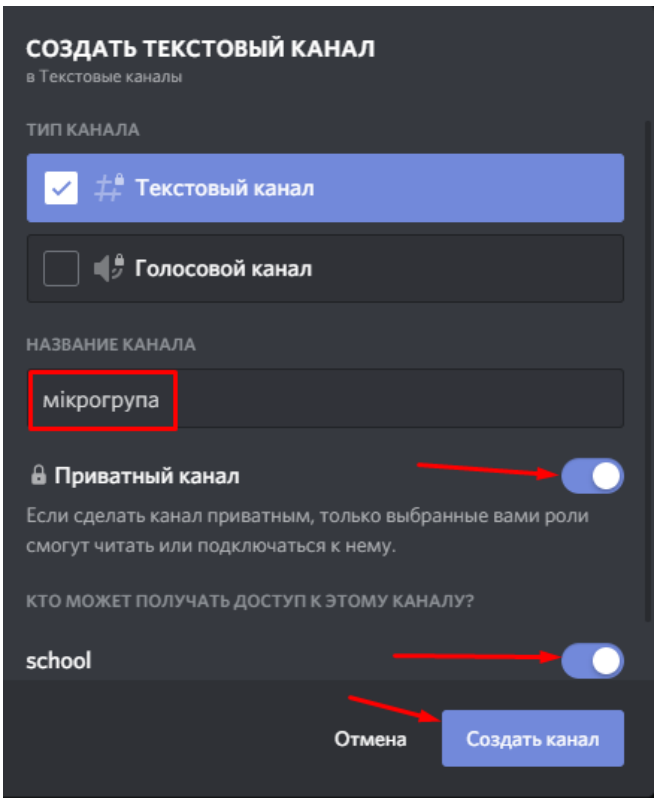


Рис. Ж.57. Поле назви нового голосового каналу

Задля того, щоб створити користувачів з окремими правами доступу слід обрати (рис. Ж.58) [153].

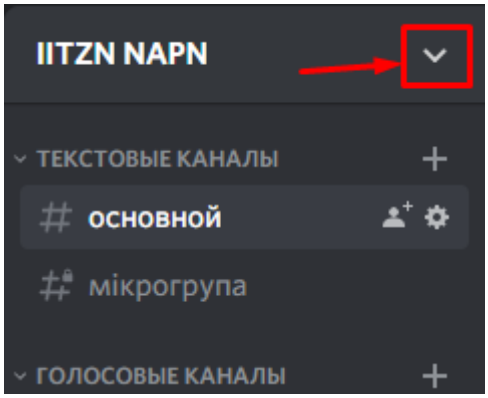


Рис. Ж.58. Список користувачів серверу

З випадаючого списку обираємо (рис. Ж.59) [153].

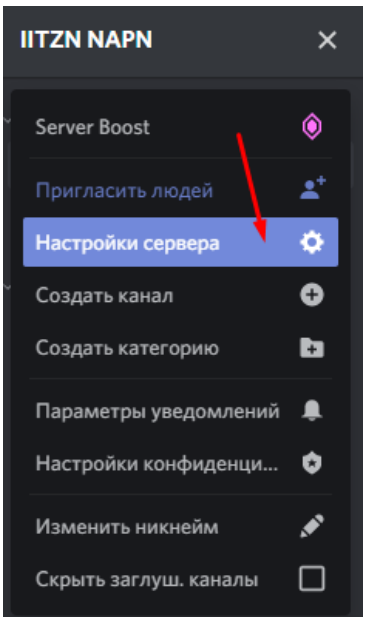


Рис. Ж.59. Меню налаштувань серверу

Додамо нову роль для користувачів вашого серверу (рис. Ж.60) [153].

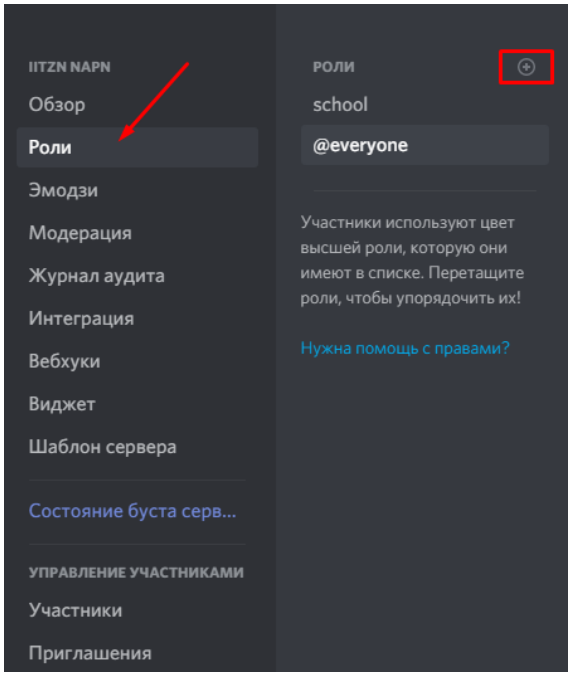


Рис. Ж.60. Створення нової ролі користувача

Слід ввести назву для нової ролі (рис. Ж.61) [153].

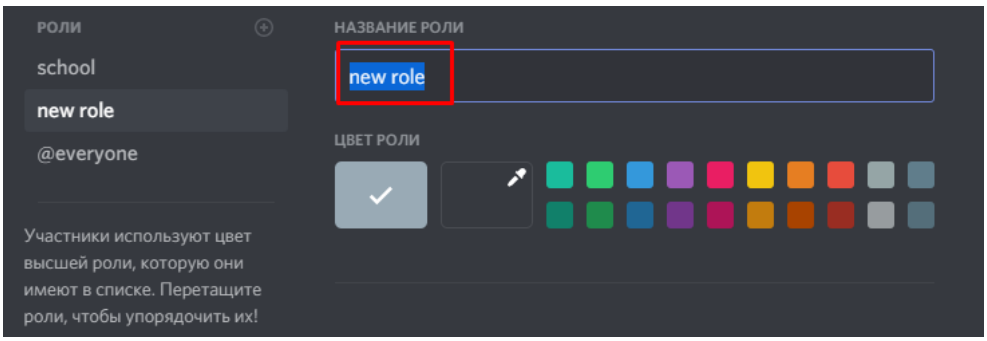


Рис. Ж.61. Поле назви нової ролі користувача

Тепер призначмо цю роль користувачам (рис. Ж.62) [153].

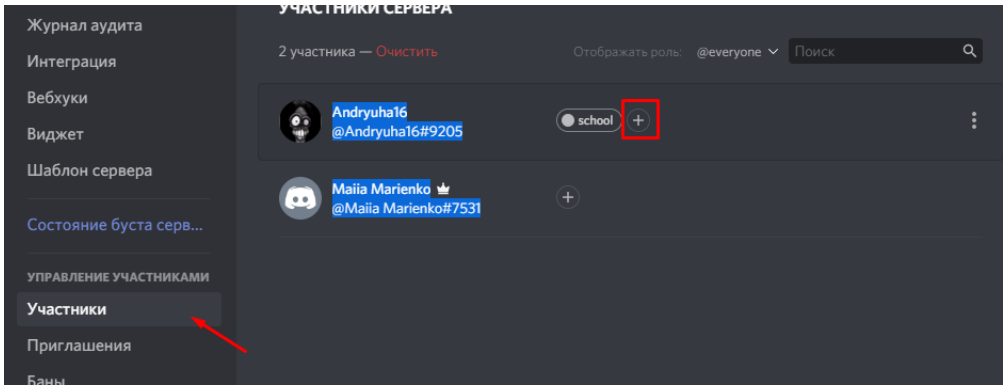


Рис. Ж.62. Призначення ролі окремим користувачам серверу

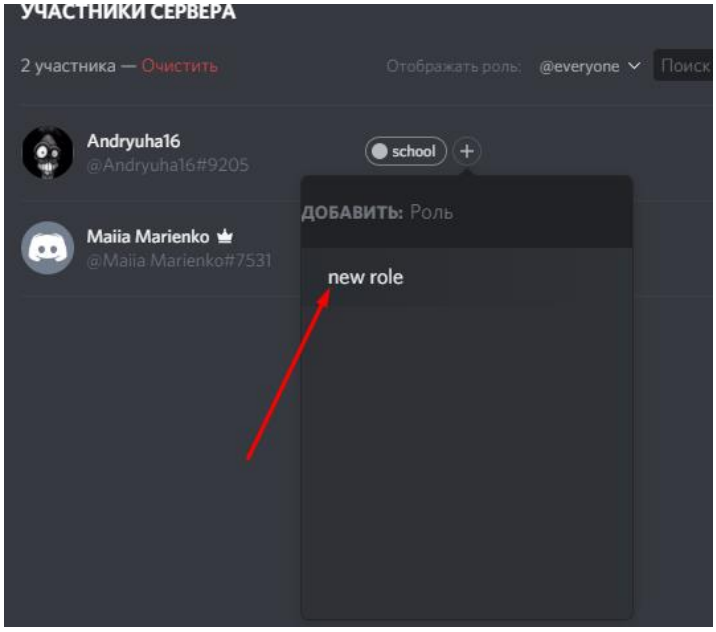


Рис. Ж.63. Зміна ролі користувача серверу

Останнім кроком спробуємо переслати користувачу файл. Для цього

спочатку закриваємо вікно налаштувань (рис. Ж.64) [153].

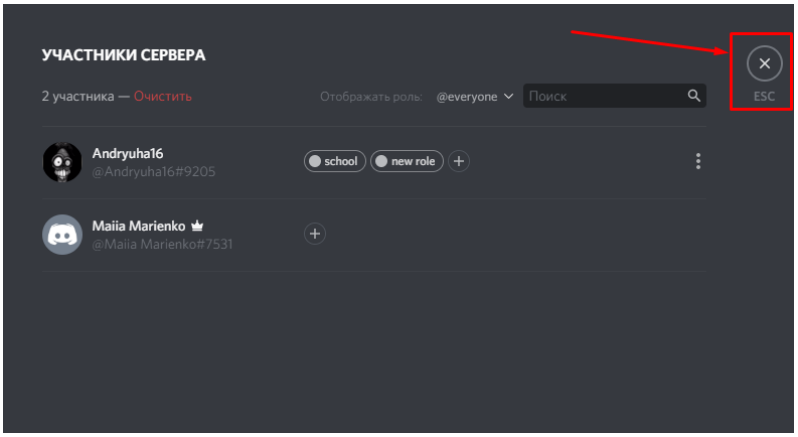


Рис. Ж.64. Вікно налаштувань учасників серверу

Та в текстовому каналі за допомогою перетягування файлу з папки прикріпимо його в текстовий чат (рис. Ж.65). Натискаємо кнопку «Загрузить» (рис. Ж.66). Файл буде виглядати як показано на рис. Ж.67 [153].

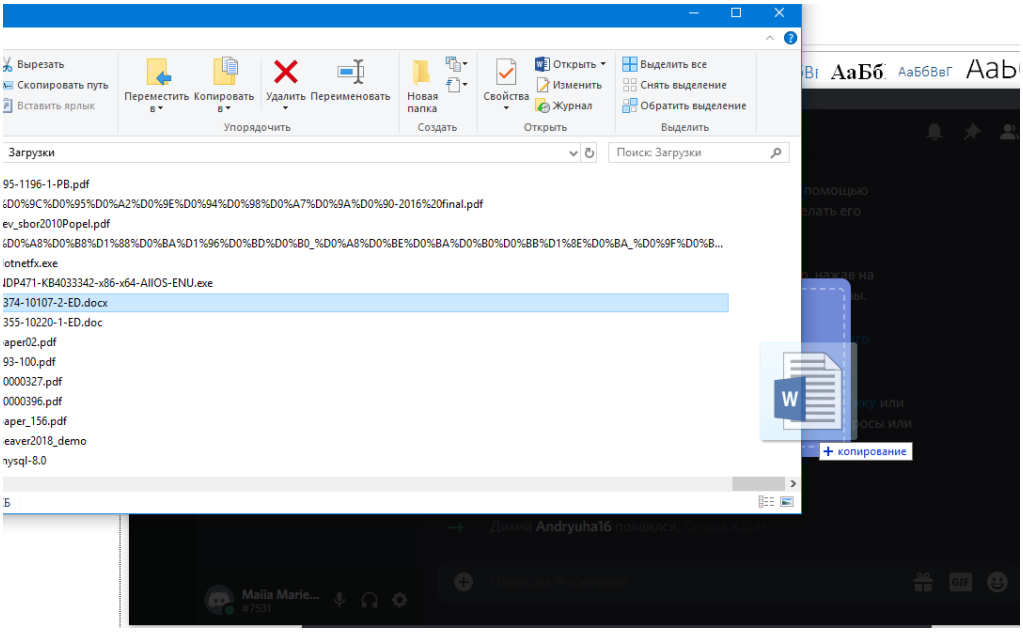


Рис. Ж.65. Копіювання файлу в текстовий чат

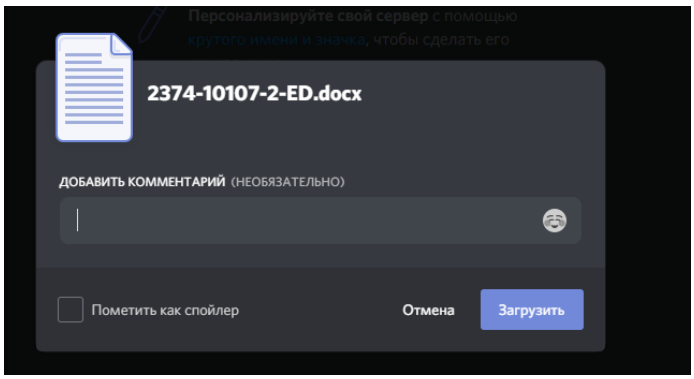


Рис. Ж.66. Поле коментарів для файлу

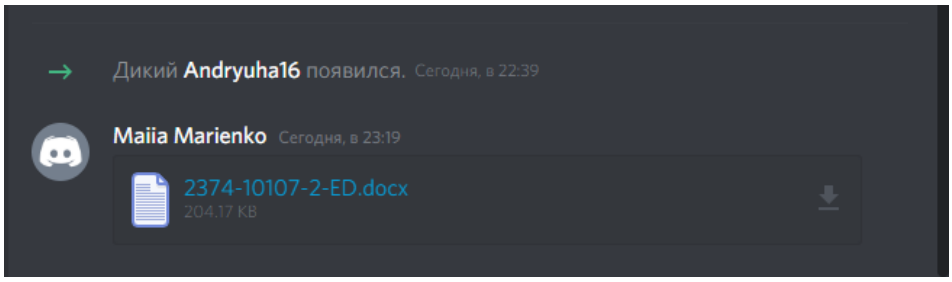


Рис. Ж.67. Зовнішній вигляд файлу в текстовому чаті

Тема лекції: «Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі» (фрагмент)

Категорії сервісів хмари відкритої науки наступні [153]:

– мережа;

– комп’ютери;

– зберігання;

– обмін і доступ;

– управління даними;

– обробка і аналіз;

– безпека і операції;

– навчання і підтримка.

Класифікація сервісів хмари відкритої науки (за галузями науки) [153]:

– Міжпредметні;

– Гуманітарні науки;

– Соціальні науки;

– Природничі науки;

– Техніка та технології;

– Медичні науки;

– Сільськогосподарські науки;

– Підтримка діяльності;

– Інші.

Доступ до хмари відкритої науки можна одержати за посиланням: https://eosc-portal.eu/

Або ж, ввівши в пошукову систему абревіатуру EOSC (рис. Ж.68) [153].

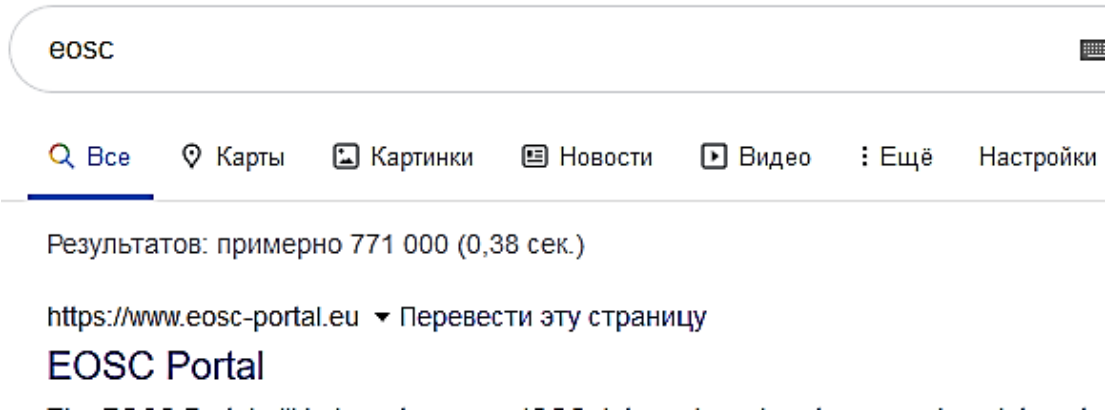


Рис. Ж.68. Пошук посилання на портал Європейської хмари відкритої науки

Перше джерело зі сформованого списку і є тим ресурсом з яким ознайомимось на практичному занятті: EOSC Portal (рис. Ж.69) [153].

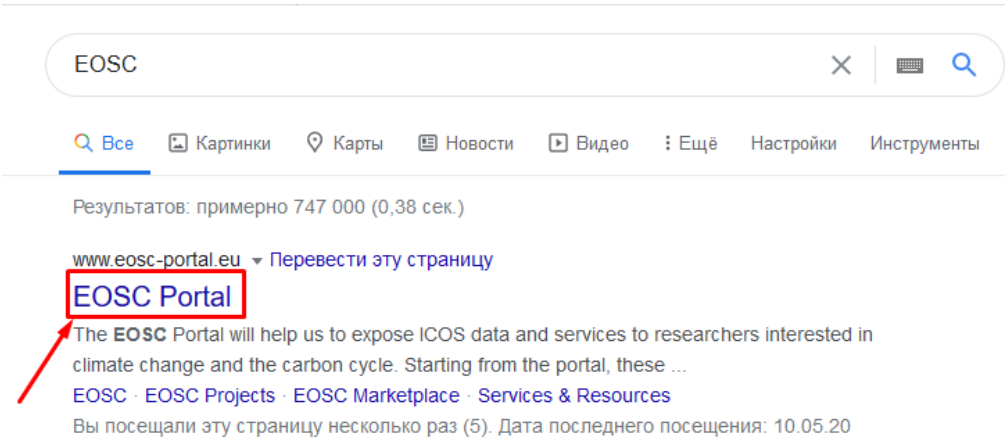


Рис. Ж.69. Посилання на портал Європейської хмари відкритої науки

Загальний вигляд хмари відкритої науки показано на рис. Ж.70 [153].

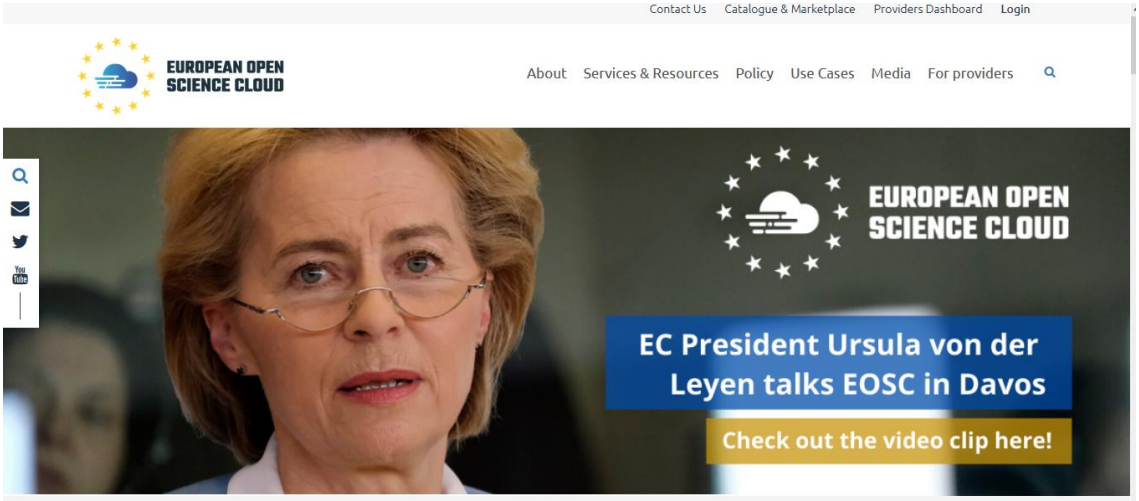


Рис. Ж.70. Головна сторінка порталу Європейської хмари відкритої науки

Для того, щоб зареєструватись слід натиснути на посилання, як показано на рис. Ж.71 [153].

Рис. Ж.71. Посилання для реєстрації нового користувача

Із запропонованих сервісів краще за все обрати Google, адже майже у кожного слухача курсу є акаунт Google (рис. Ж.72) [153].

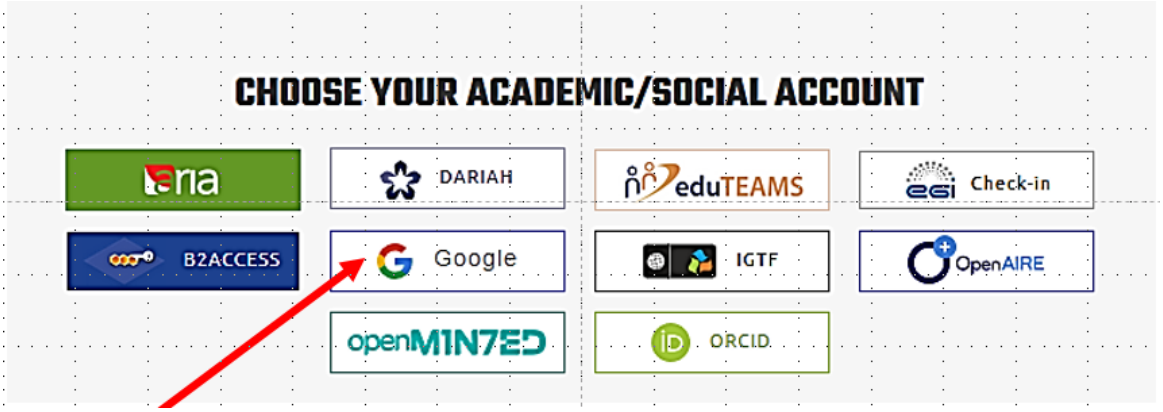


Рис. Ж.72. Реєстрація з використанням акаунту Google

На цьому реєстрацію завершено. Розглянемо які основні інструменти запропоновані в переліку хмари відкритої науки [153].

Переглянути основні інструменти хмари відкритої науки можна обравши вкладку та, наприклад категорію Training Support (рис. Ж.73) [153].

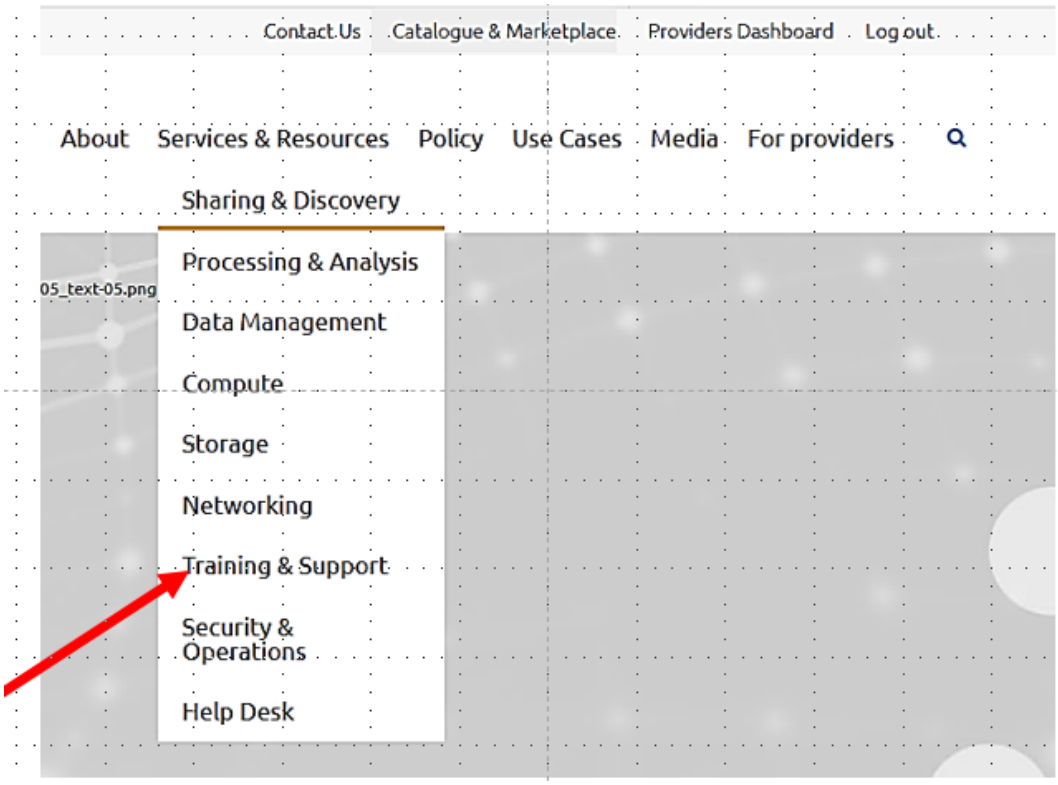


Рис. Ж.73. Категорії інструментів хмари відкритої науки

Загальний вигляд списку інструментів представлено на рис. Ж.74 [153].

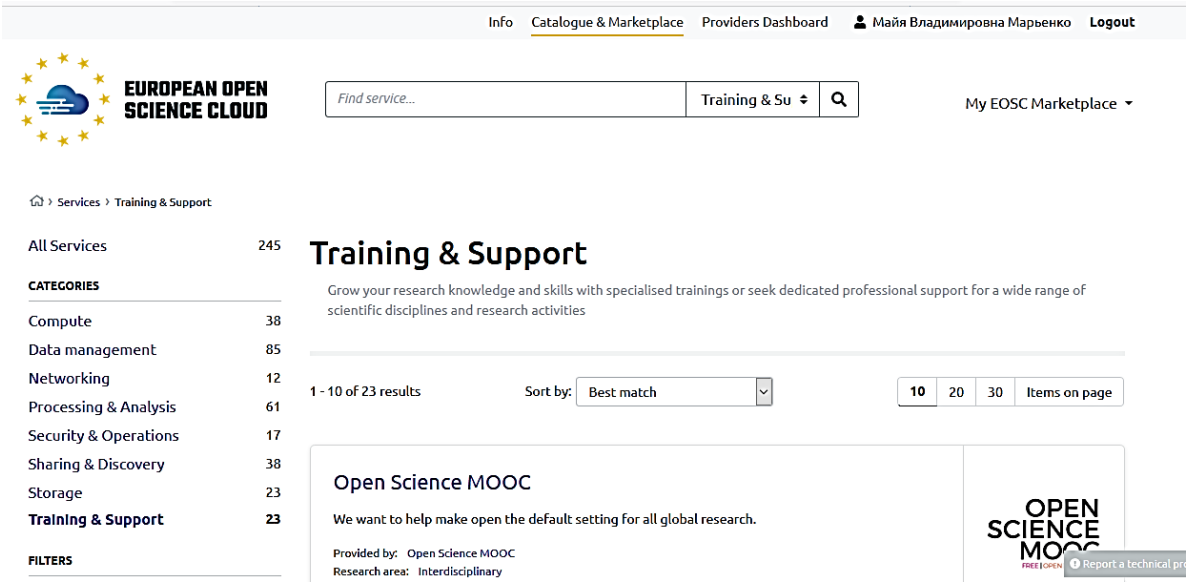


Рис. Ж.74. Список інструментів категорії Training Support

Ліворуч, в окремому блоці представлено список усіх наявних категорій (рис. Ж.75) [153].

Рис. Ж.75. Список категорій інструментів хмари відкритої науки

Нижче, окремим блоком наявні фільтри для сортування інструментів за галузями досліджень (рис. Ж.76) [153].

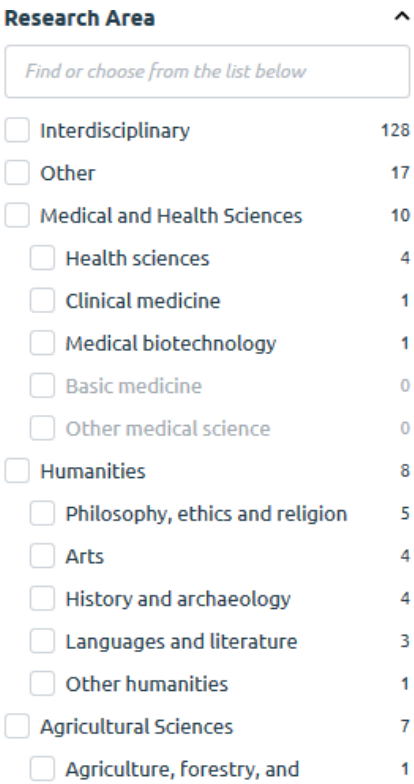


Рис. Ж.76. Фільтри для вибору сортування інструментів за галузями досліджень

При цьому слід зазначити, що хоча й спеціалізованих сервісів досить мало, проте це 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 [153].

Додавання окремого сервісу

Розглянемо процес включення окремого сервісу до свого облікового запису. Слід розуміти, що наразі, цей список інструментів можна сприймати як магазин, в якому обирається відповідний перелік інструментів потрібний нам для подальшої роботи. Зараз, можна подати лише заявку на його включення до свого акаунту. В подальшому, можна продовжити роботу з ним. Для того, щоб додати окремий сервіс (рис. Ж.77) до свого акаунту, його слід обрати зі списку (попередньо виставивши параметри фільтрів) [153].

Рис. Ж.77. Вибір сервісу із загального списку

Після цього на новій вкладці обираємо (рис. Ж.78) [153].

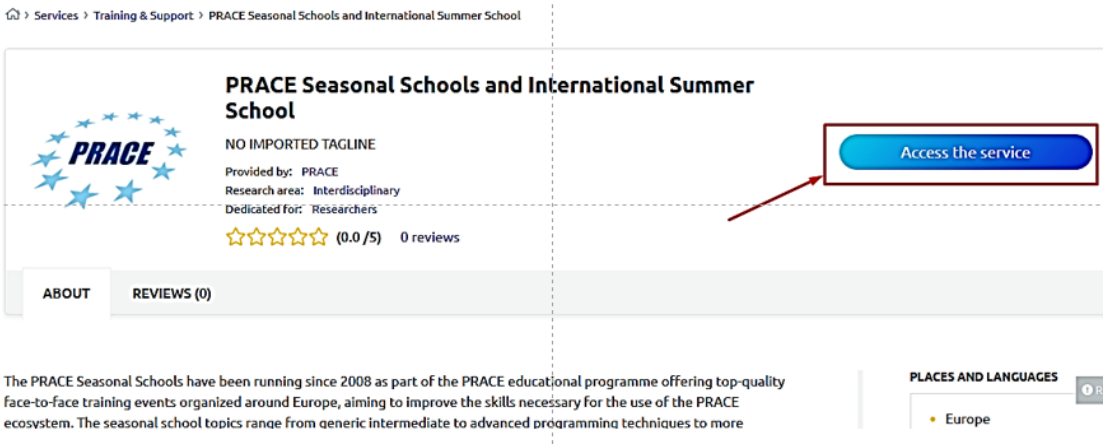


Рис. Ж.78. Отримати доступ до сервісу

Фінальним кроком буде (рис. Ж.79) [153].

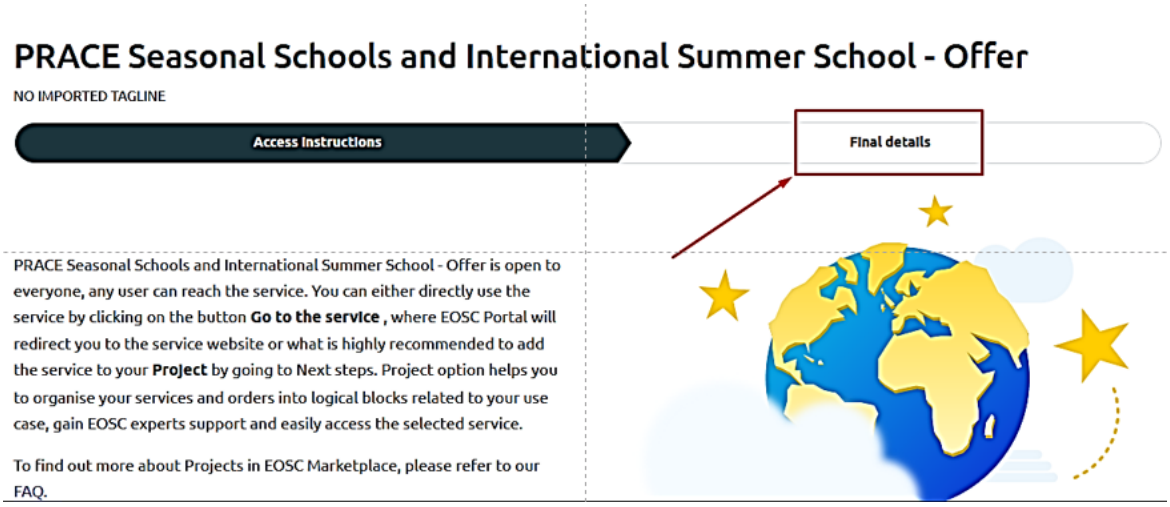


Рис. Ж.79. Надіслати заявку для роботи з сервісом

Створення власного проекту

Однак, в процесі додавання нового інструменту до власного акаунту Вам запропонують створити проект (рис. Ж.80) [153].

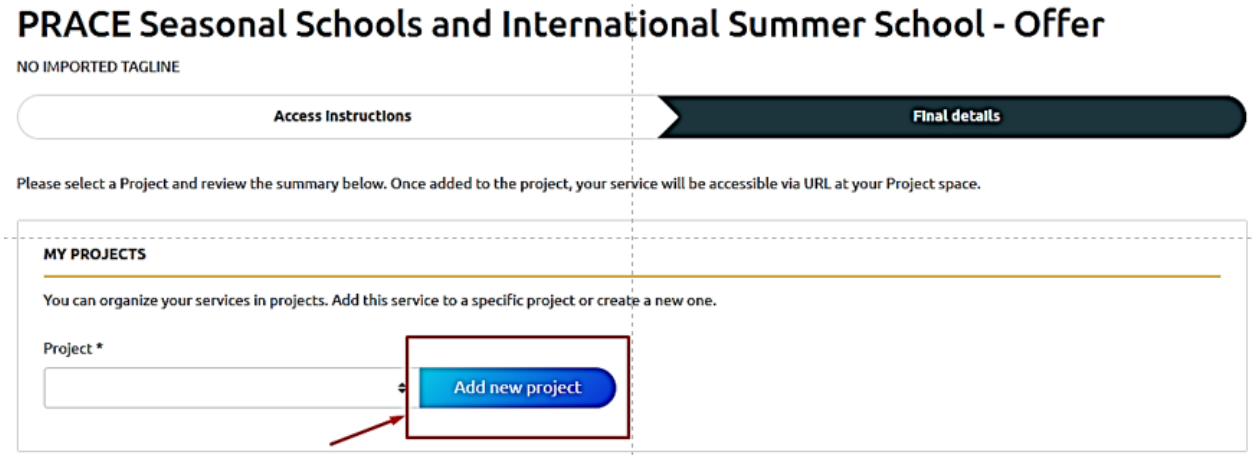


Рис. Ж.80. Кнопка створення нового проекту

Слід пояснити, що додавати ресурси можна лише до проекту. Це як тека, куди користувач збирає усі потрібні йому інструменти (рис. Ж.81). Усі поля слід заповнювати виключно англійською мовою [153].

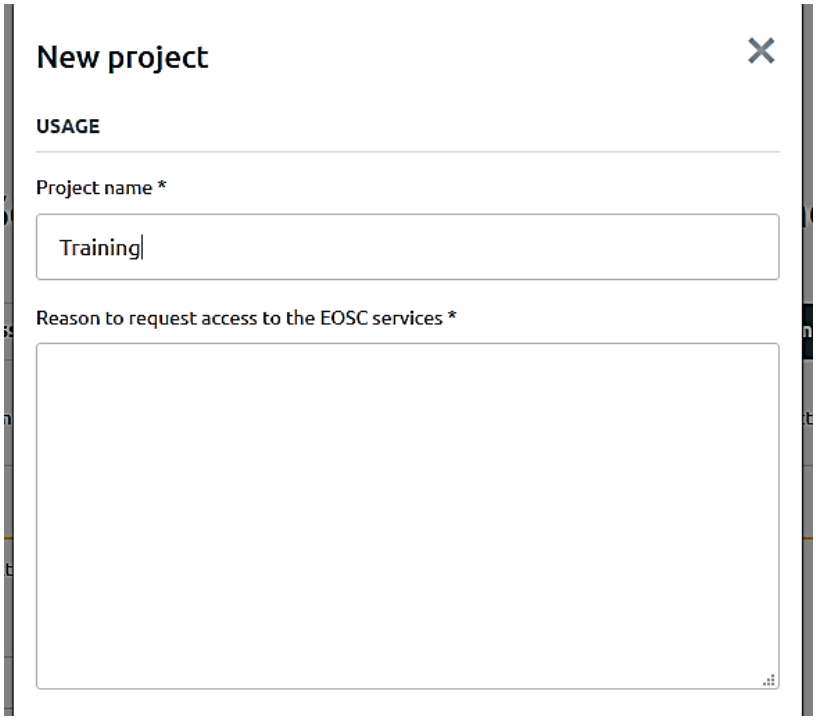


Рис. Ж.81. Поле назви нового проекту

Для прикладу я заповнила усі поля, проте я їх заповнювала як науковець (рис. Ж.82-Ж.83) [153].

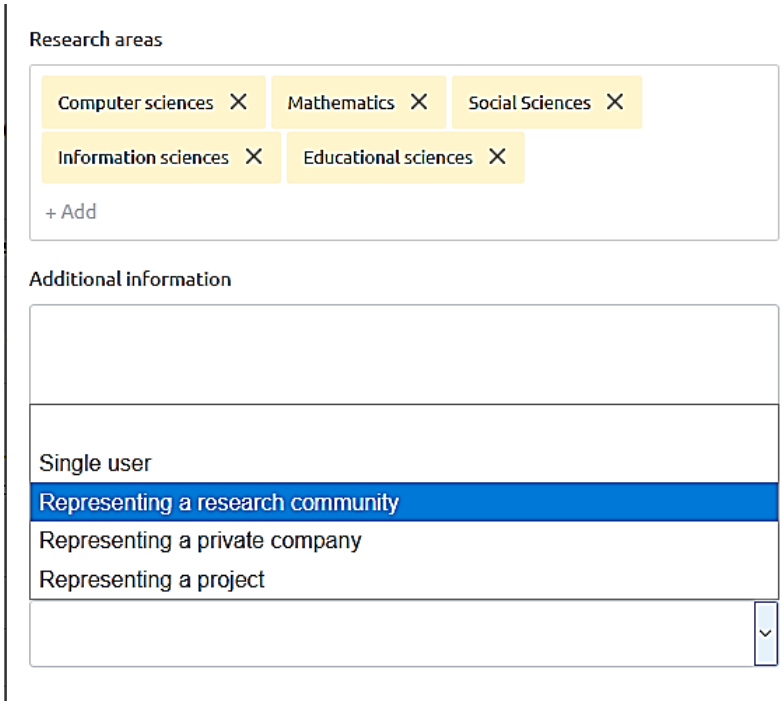


Рис. Ж.82. Поля додаткової інформації та галузей дослідження

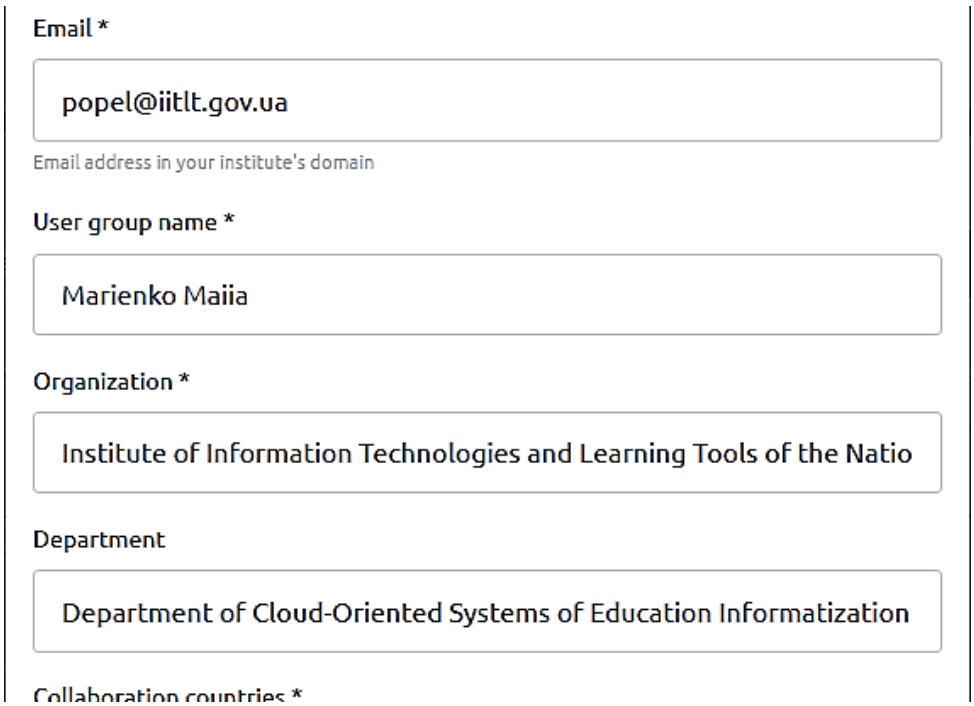


Рис. Ж.83. Поля основних відомостей проекту

По завершенню реєстрації слід натиснути кнопку як показано на рис. Ж.84 [153].

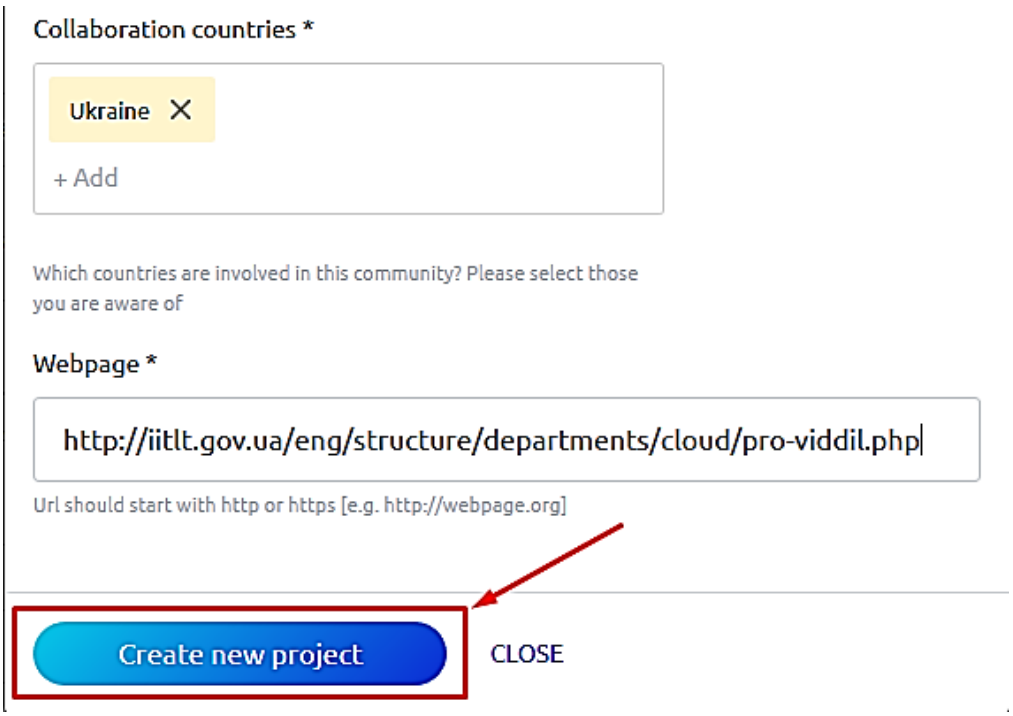


Рис. Ж.84. Кнопка для завершення реєстрації проекту

По завершенню реєстрації проект матиме наступний загальний вигляд (рис. Ж.85) [153].

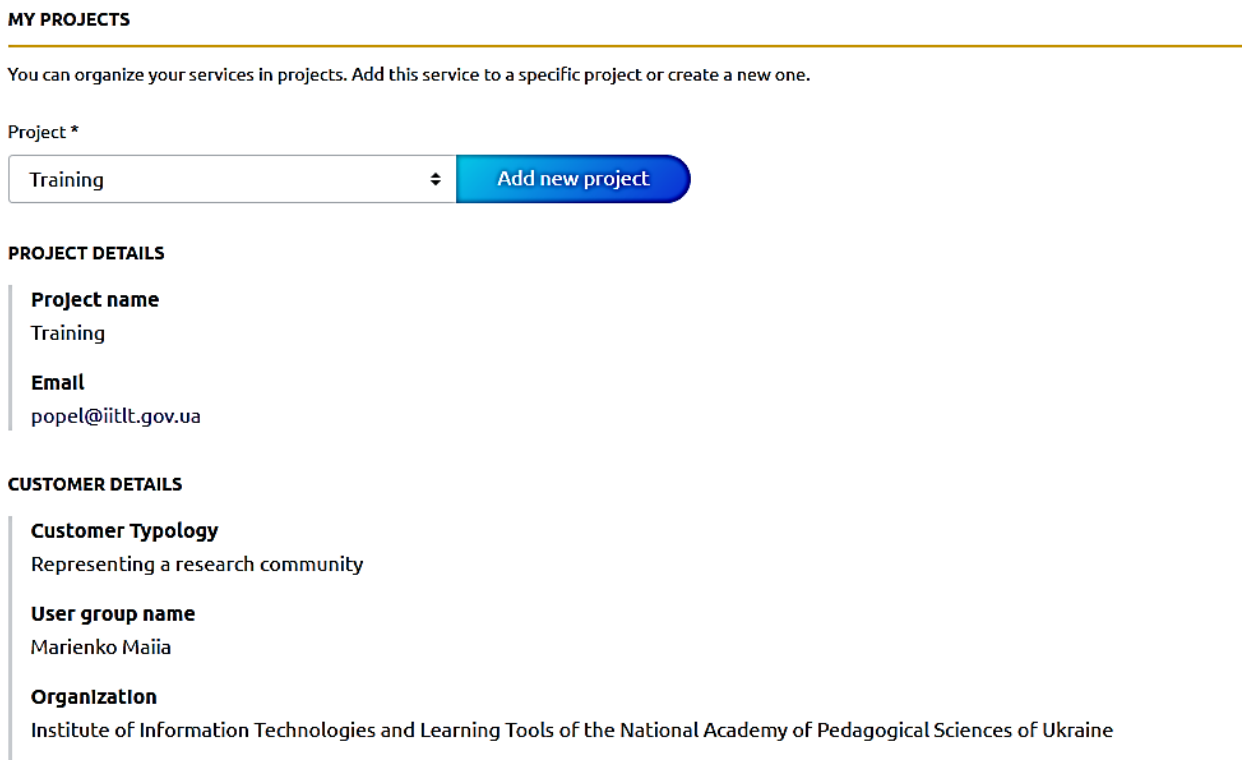


Рис. Ж.85. Попередній перегляд створеного проекту

Останній крок додавання інструменту до проекту (рис. Ж.86) [153].

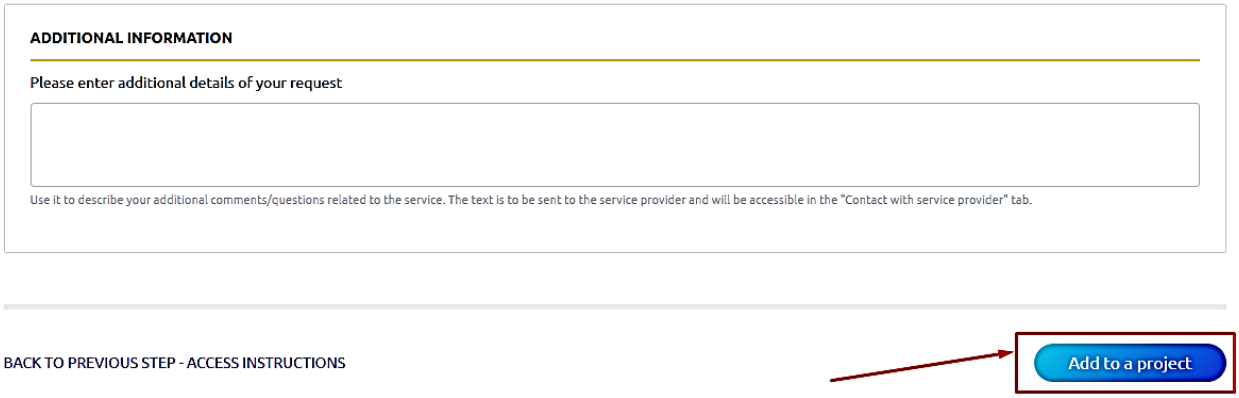


Рис. Ж.86. Кнопка включення ресурсу до проекту

Щоб повернутись до проекту та переглянути його структуру слід натиснути (рис. Ж.87) [153].

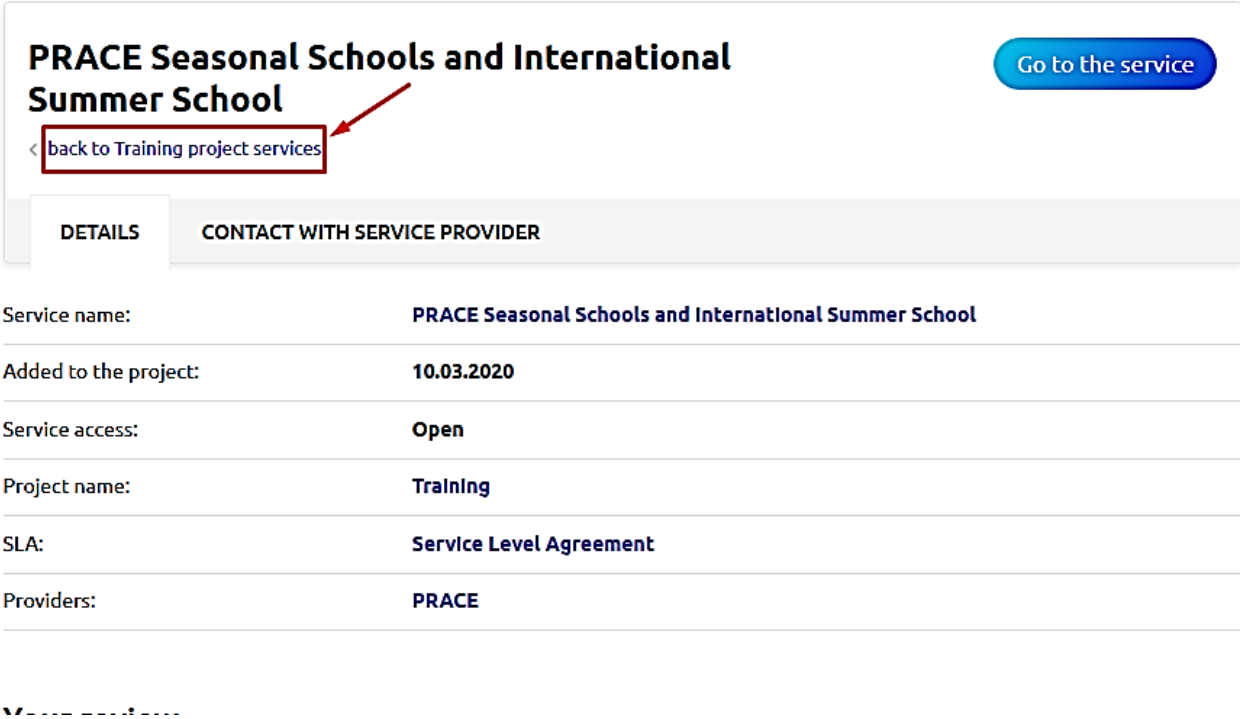


Рис. Ж.87. Загальна структура проекту

Таким чином можна додавати не один інструмент, а декілька до одного і того ж проекту (рис. Ж.88 – Ж.97) [153].

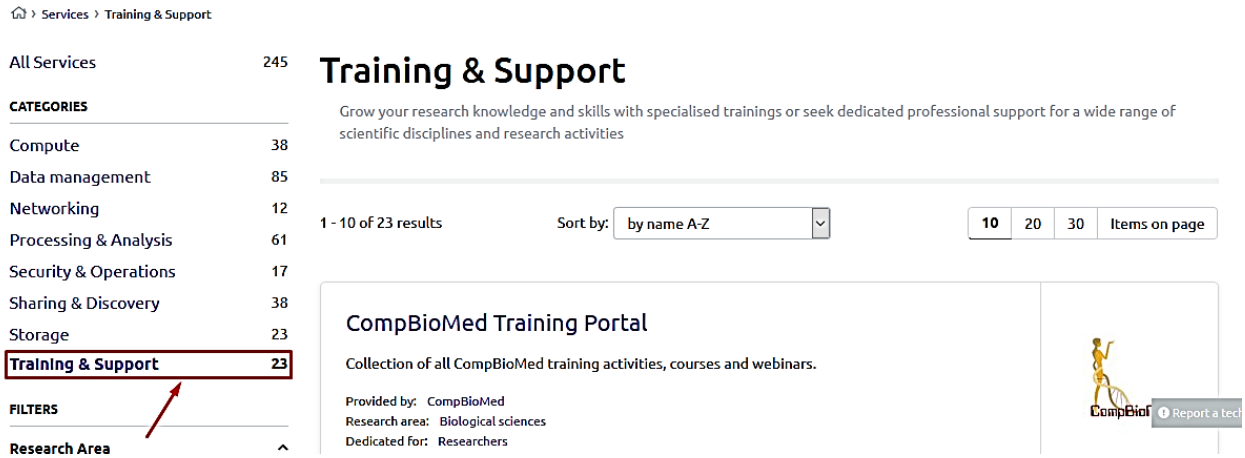


Рис. Ж.88. Вибір категорії сервісів

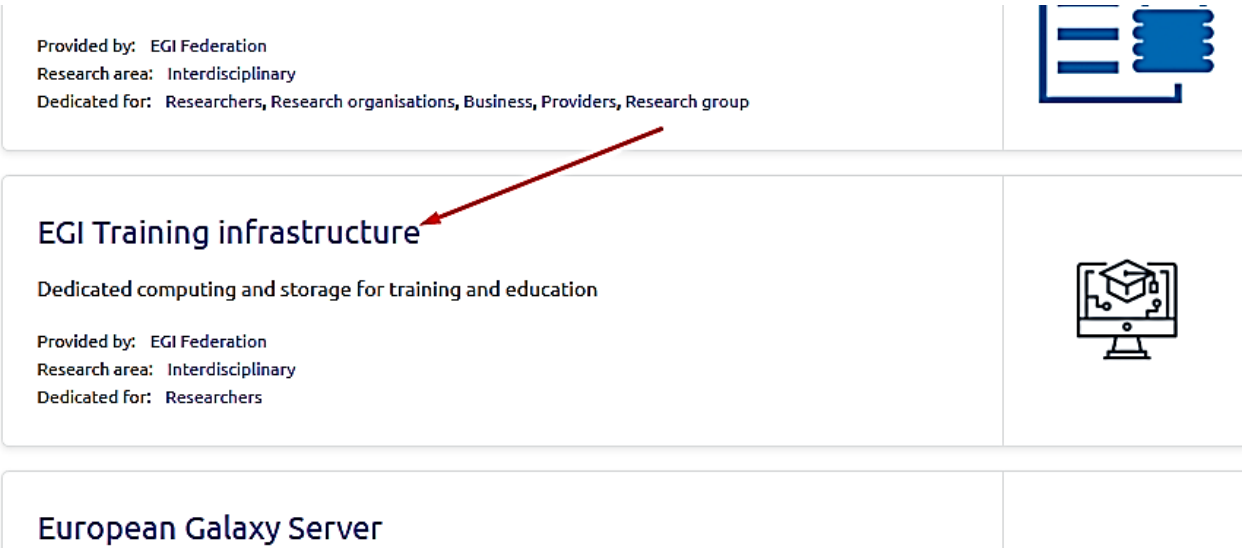


Рис. Ж.89. Вибір окремого сервісу із загального списку

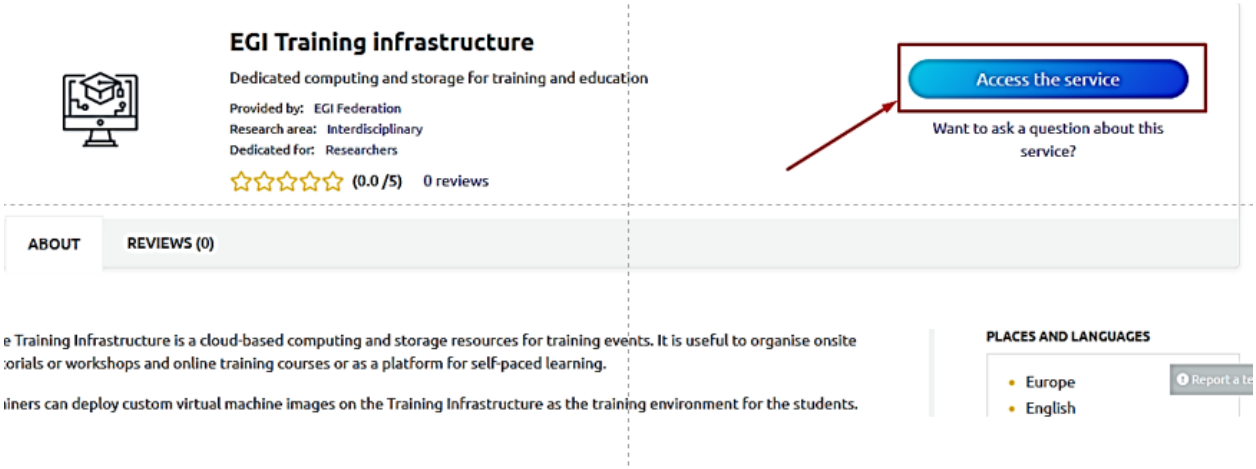


Рис. Ж.90. Кнопка для запиту доступу до сервісу

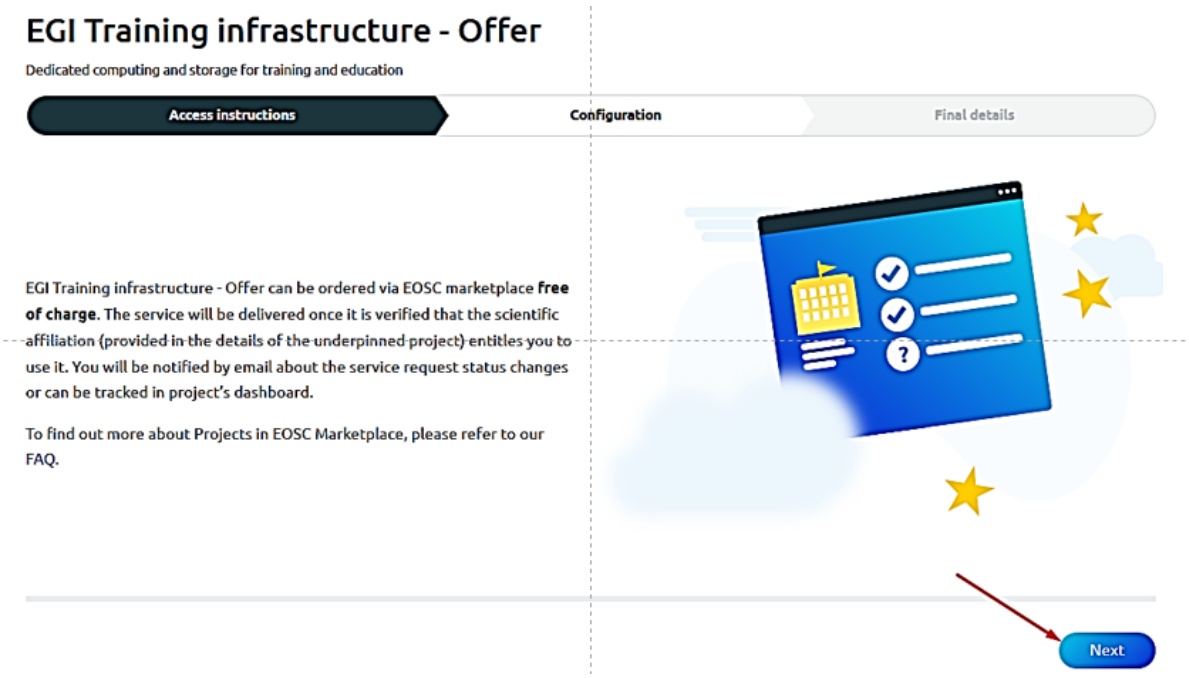


Рис. Ж.91. Інструкція з налаштування сервісу

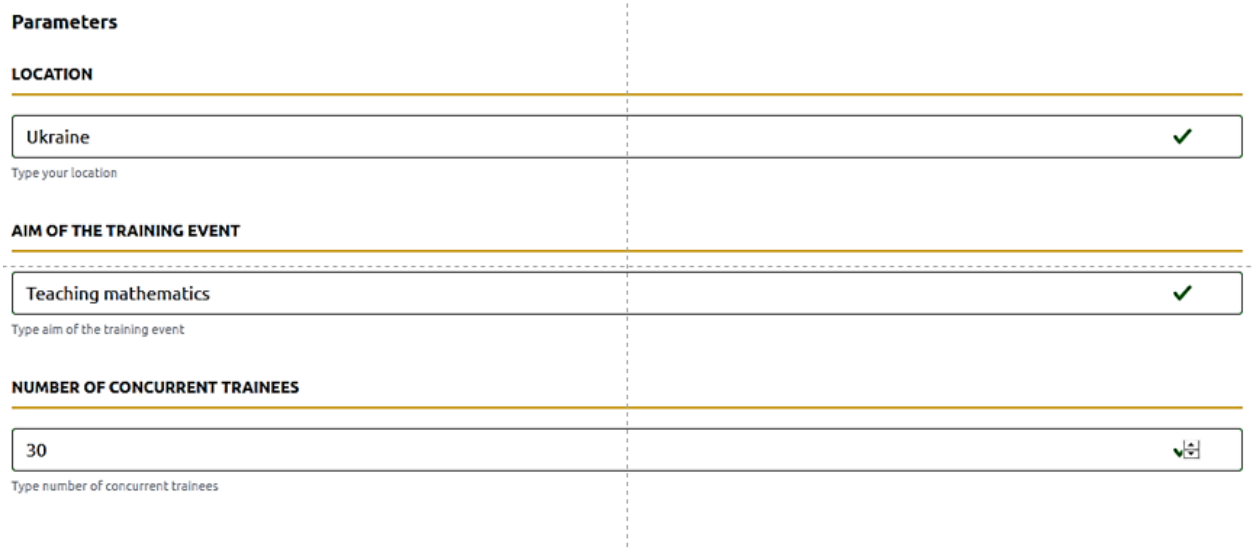


Рис. Ж.92. Параметри сервісу

Рис. Ж.93. Форма налаштувань параметрів сервісу

Рис. Ж.94. Поля для зазначення періоду використання сервісу

Access Instructions | Configuration | Final details

Please select a Project and review the summary below. Once you submit the order, your request will be sent to a service provider.
The order status will be visible at your Project space.

Offer

The Training Infrastructure offers cloud compute and online storage for training activities. It is useful to organise onsite tutorials or workshops and online training courses or as a platform for self-paced learning. For example, with the Training Infrastructure trainers can create and deploy any custom virtual machine images for the students.

PARAMETERS

Location	Ukraine
Aim of the training event	Teaching mathematics
Number of concurrent trainees	30
Number of cores	3
Amount od RAM	2 GB
Online storage size	8 GB

Рис. Ж.95. Форма попереднього перегляду вказаних налаштувань

ADDITIONAL INFORMATION

Please enter additional details of your request

Use it to describe your additional comments/questions related to the service. The text is to be sent to the service provider and will be accessible in the "Contact with service provider" tab.

BACK TO PREVIOUS STEP - CONFIGURATION

Send access request

Рис. Ж.95. Поле для введення додаткової інформації

По завершенню усіх дій проект матиме наступний вигляд (рис. Ж.96) [153].

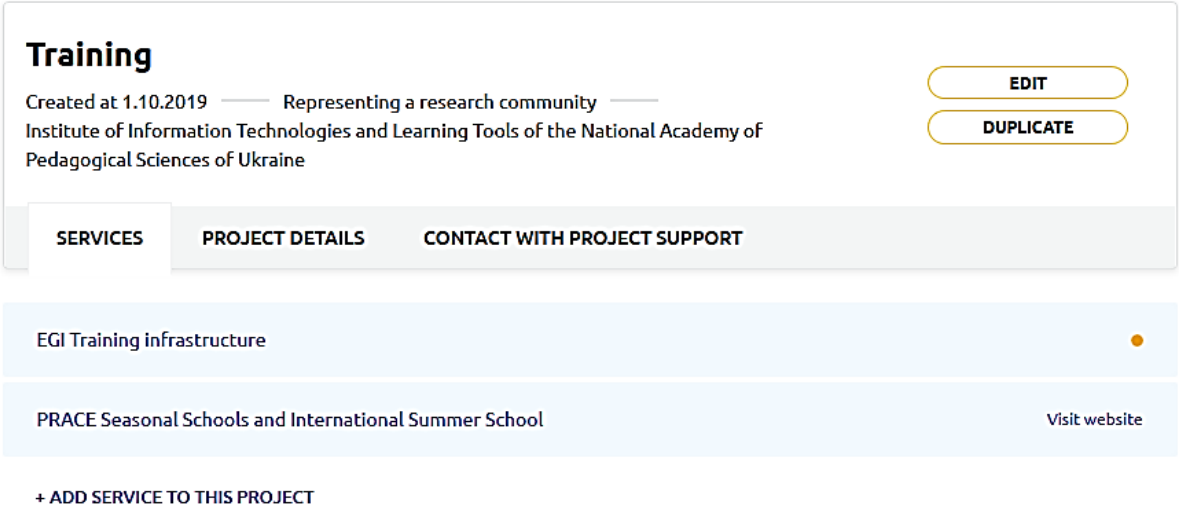


Рис. Ж.96. Проект з включеними сервісами до його структури

Слід зазначити, що робота з окремими інструментами хмари відкритої науки, це окрема тема, оскільки доступ до вказаних сервісів користувачу буде надано протягом доби (іноді трохи довше) з подальшим уточненням вказаних параметрів та підтвердженням електронної пошти [153].

Додаток И

Зразки анкет, опитувальників, тестів

Місто роботи _____

Навчальний заклад _____

_____

Який предмет(и) Ви викладаєте _____

_____

Якими сервісами Ви користуєтесь під час підготовки до уроку _____

_____

_____

Чи маєте Ви власний профіль науковця? (якщо так, вкажіть який саме)

☐ Так ☐ Ні

_____

Які на вашу думку засоби найкращі для оприлюднення наукових результатів?

☐ Електронні бібліотеки ☐ Персональний сайт

☐ Друк в фаховому журналі ☐ Виступи на семінарах

☐ Обговорення з колегами ☐ Практичне використання

☐ Друк буклетів, посібників ☐ Участь у наукових конкурсах

Як Ви вважаєте, вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю?

☐ Так ☐ Ні

Як часто Ви пишете статті до фахових видань України?

☐ 1 раз на рік ☐ 2-3 рази на рік ☐ Лише для атестації

Що Ви використовуєте для пошуку літератури? Які сервіси?

☐ Google пошук ☐ Користуюсь друкованими

☐ Електронні бібліотеки ☐ Репозитарії

☐ Науково-освітні мережі ☐ Журнальні системи

☐ Сервіси відкритої науки (Open Aire) ☐ Google академія

Чи використовуєте англомовні ресурси, сервіси?

☐ Так ☐ Ні ☐ Лише друковані

Що Ви використовуєте для постановки і дослідження стану наукової проблеми?

☐ Спираюсь на власний досвід ☐ Вивчаю праці колег

☐ Беру приклад з інших робіт ☐ Використовую сервіси відкритої науки

Які шляхи участі у науковій діяльності Ви використовуєте?

☐ Індивідуальна діяльність ☐ співпраця у межах НДР[1] ЗВО

☐ Проектна діяльність ☐ Участь у конференціях

[1] НДР – науково-дослідна робота

Які сервіси Ви використовуєте для комунікації?

	Соц. мережі		Viber
	Skype		WhatsApp
	Телеграм		Сервіси Open Aire
	Google Hangouts		Інші хмарні сервіси

Які сервіси Ви використовуєте для проведення дослідження? (збирання, опрацювання і зберігання даних).

	Google форми		Google таблиці
	Мова R		Power BI
	CoCalc		Сервіси Open Aire
	Microsoft Excel		Локальні СКМ[2]
	Хмарні СКМ		Лише паперові анкети, тести

З використанням яких сервісів Ви презентуєте результати дослідження?

	Google презентації		Google таблиці
	Мова R		Power BI
	CoCalc		Сервіси Open Aire
	Microsoft Excel		Локальні СКМ
	Хмарні СКМ		Microsoft PowerPoint

Якими сервісами для організації спільної роботи учнів Ви користуєтесь?

	Moodle або ін.		Google сервіси
	Сервіси Office 365		Сервіси Open Aire
	CoCalc		Не використовую

Як Ви плануєте впровадження і використання одержаних результатів дослідження?

	Укладання договорів з ЗСО		Самостійно буду впроваджувати
	Проведення власних тренінгів		Участь у міжнародних проектах
	Участь в українських проектах		Публікація методичних матеріалів

[2] СКМ – системи комп'ютерної математики

Місто роботи _____

Навчальний заклад _____

_____

Який предмет(и) Ви викладаєте _____

Чи плануєте Ви створити власний профіль науковця? (якщо так, вкажіть який саме)

☐	Google академія	☐	ORCID
☐	ResearcherID	☐	Бібліометрика української науки
☐	Вже маю профіль	☐	Не планую

Якими з цих сервісів Ви плануєте користуватись для пошуку наукової літератури?

☐	Google академія	☐	Електронна бібліотека НАПН України
☐	arXiv.org	☐	dblp computer science bibliography
☐	Лише паперовими виданнями	☐	Взагалі не планую

Як Ви вважаєте, які основні види діяльності можна організувати з використанням CoCalc?

☐	Комунікація	☐	Спільна робота
☐	Опрацювання даних	☐	Дослідницька робота
☐	Зберігання даних	☐	Представлення результатів роботи
☐	Самостійна робота	☐	Постановка проблеми
☐	Проведення опитування	☐	Недоречне використання в школі

Чи брали Ви участь в українських чи іноземних проектах? Якщо так, то вкажіть в яких.

☐ Так ☐ Ні

_____

_____

_____

Які сервіси краще застосовувати для організації наукової діяльності учнів?

☐	Moodle	☐	Google сервіси
☐	Сервіси Office 365	☐	Сервіси відкритої науки (Open Aire)
☐	CoCalc	☐	Хмарні спеціалізовані

Місто роботи _____

Навчальний заклад _____

Який предмет(и) Ви викладаєте _____

Якими сервісами Ви користуєтесь під час підготовки до уроку _____

Чи маєте Ви власний профіль науковця? (якщо так, вкажіть який саме)

☐ Так ☐ Ні

Які на вашу думку засоби найкращі для оприлюднення наукових результатів?

☐ Електронні бібліотеки ☐ Персональний сайт
☐ Друк в фаховому журналі ☐ Виступи на семінарах
☐ Обговорення з колегами ☐ Практичне використання
☐ Друк буклетів, посібників ☐ Участь у наукових конкурсах

Як Ви вважаєте, вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю?

☐ Так ☐ Ні

Як часто Ви пишете статті до фахових видань України?

☐ 1 раз на рік ☐ 2-3 рази на рік ☐ Лише для атестації

Що Ви використовуєте для пошуку літератури? Які сервіси?

☐ Google пошук ☐ Користуюсь друкованими
☐ Електронні бібліотеки ☐ Репозитарії
☐ Науково-освітні мережі ☐ Журнальні системи
☐ Сервіси відкритої науки (Open Aire) ☐ Google академія

Чи використовуєте англомовні ресурси, сервіси?

☐ Так ☐ Ні ☐ Лише друковані

Що Ви використовуєте для постановки і дослідження стану наукової проблеми?

☐ Спираюсь на власний досвід ☐ Вивчаю праці колег
☐ Беру приклад з інших робіт ☐ Використовую сервіси відкритої науки

Які шляхи участі у науковій діяльності Ви використовуєте?

☐ Індивідуальна діяльність ☐ співпраця у межах НДР[3] ЗВО
☐ Проектна діяльність ☐ Участь у конференціях

Які сервіси Ви використовуєте для комунікації?

☐ Соц. мережі ☐ Viber
☐ Skype ☐ WhatsApp
☐ Телеграм ☐ Сервіси Open Aire

[3] НДР – науково-дослідна робота

	Google Hangouts		Інші хмарні сервіси

Які сервіси Ви використовуєте для проведення дослідження? (збирання, опрацювання і зберігання даних).

	Google форми		Google таблиці
	Мова R		Power BI
	CoCalc		Сервіси Open Aire
	Microsoft Excel		Локальні СКМ[4]
	Хмарні СКМ		Лише паперові анкети, тести

З використанням яких сервісів Ви презентуєте результати дослідження?

	Google презентації		Google таблиці
	Мова R		Power BI
	CoCalc		Сервіси Open Aire
	Microsoft Excel		Локальні СКМ
	Хмарні СКМ		Microsoft PowerPoint

Якими сервісами для організації спільної роботи учнів Ви користуєтесь?

	Moodle або ін.		Google сервіси
	Сервіси Office 365		Сервіси Open Aire
	CoCalc		Не використовую

Як Ви плануєте впровадження і використання одержаних результатів дослідження?

	Укладання договорів з ЗСО		Самостійно буду впроваджувати
	Проведення власних тренінгів		Участь у міжнародних проектах
	Участь в українських проектах		Публікація методичних матеріалів

[4] СКМ – системи комп’ютерної математики

Місце роботи _____

_____

Чи потрібно розміщувати власні публікації у відкритому доступі?

☐ Так ☐ Ні

Ви знайомі з концепцією відкритих даних?

☐ Так ☐ Ні

Якщо «Так», чи вважаєте Ви що в Україні її слід впроваджувати?

☐ Так ☐ Ні ☐ Не знайомий(а) з концепцією

У Вас є досвід оформлення та подання документів для участі у проекті?

☐ Так ☐ Ні

Чи були Ви виконавцем проекту?

☐ Так ☐ Ні

Чи є у Вас досвід управління проектом?

☐ Так ☐ Ні

Чи маєте Ви досвід реєстрації авторського права / патенту?

☐ Так ☐ Ні ☐ Не бачу в цьому потреби

Чи знайомі Вам принципи академічної доброчесності?

☐ Так ☐ Ні

Яким чином у Вашій установі впроваджуються принципи академічної доброчесності?

_____

_____

_____

Місто роботи _____

Навчальний заклад _____

_____

Який предмет(и) Ви викладаєте _____

Чи плануєте Ви створити власний профіль науковця? (якщо так, вкажіть який саме)

☐	Google академія	☐	ORCID
☐	ResearcherID	☐	Бібліометрика української науки
☐	Вже маю профіль	☐	Не планую

Якими з цих сервісів Ви плануєте користуватись для пошуку наукової літератури?

☐	Google академія	☐	Електронна бібліотека НАПН України
☐	arXiv.org	☐	dblp computer science bibliography
☐	Лише паперовими виданнями	☐	Взагалі не планую

Як Ви вважаєте, які основні види діяльності можна організувати з використанням CoCalc?

☐	Комунікація	☐	Спільна робота
☐	Опрацювання даних	☐	Дослідницька робота
☐	Зберігання даних	☐	Представлення результатів роботи
☐	Самостійна робота	☐	Постановка проблеми
☐	Проведення опитування	☐	Недоречне використання в школі

Чи брали Ви участь в українських чи іноземних проектах? Якщо так, то вкажіть в яких.

☐ Так ☐ Ні

_____

_____

_____

Які сервіси краще застосовувати для організації наукової діяльності учнів?

☐	Moodle	☐	Google сервіси
☐	Сервіси Office 365	☐	Сервіси відкритої науки (Open Aire)
☐	CoCalc	☐	Хмарні спеціалізовані

Попереднє тестування учасника експерименту
«Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї»

З якого Ви населеного пункту? _____

Де Ви працюєте? (повна назва) _____

_____

Які предмети Ви викладаєте? _____

_____

1. Чи знайомі Ви з концепцією відкритої науки?

☐ Так ☐ Ні

2. Чи користуєтесь Ви відкритими ресурсами для пошуку навчальної літератури?

☐ Так ☐ Ні

3. На вашу думку, що таке відкриті навчальні ресурси?

☐ Доступні будь-кому
☐ Доступні після реєстрації
☐ Доступні після незначної оплати
☐ Доступні для використання, але не для копіювання

4. Чи берете Ви участь у конкурсах з предмету, що викладаєте?

☐ Так ☐ Ні

5. У Вас є досвід підготовки учнів до написання наукових робіт з предмету?

☐ Так ☐ Ні

6. Які шляхи ви обираєте для обміну досвіду з колегами?

☐ Методичні наради
☐ Курси підвищення кваліфікації
☐ Доступні після незначної оплати
☐ Доступні для використання, але не для копіювання

7. Чи використовуєте Ви ІКТ (інформаційно-комунікаційні технології) під час проведення уроків?

☐ Так ☐ Ні

8. Ви використовуєте метод проектів?

☐ Так ☐ Ні

9. Чи є у Вас досвід роботи в проекті (індивідуально чи як представник Вашого закладу освіти)?

☐ Так ☐ Ні

10. Як на Вашу думку, чи можливо ефективно організувати дистанційне навчання?

☐ Так ☐ Ні

Заключне тестування учасника експерименту
«Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї»

З якого Ви населеного пункту? _____

Де Ви працюєте? (повна назва) _____

_____

Які предмети Ви викладаєте? _____

_____

1. Чи знайомі Ви з Європейською хмарою відкритої науки?

☐ Так ☐ Ні

2. Чи поширюєте Ви власні наробки у відкритому доступі?

☐ Так ☐ Ні

3. За допомогою яких способів Ви поширюєте методичні наробки?

☐	Персональний сайт	☐	Загальнодоступний канал на YouTube
☐	Особисто обмінююсь з колегами	☐	Не поширюю
☐	Через соціальні мережі	☐	Веду блог (текстовий, відео)
☐	Пишу статті	☐	Участь в конференціях те семінарах

4. На уроках Ви в достатній мірі розвиваєте дослідницькі навички в учнів?

☐ Так ☐ Ні

5. Ви вивчаєте додатково методичну чи наукову літературу з предмету?

☐ Так ☐ Ні

6. Яким чином Ви розвиваєте дослідницькі навички в учнів?

☐	Не розвиваю (не вистачає на це часу)	☐	Задаю більш складні завдання
☐	Використовую добір творчих завдань	☐	Готую учнів до участі в конкурсах
☐	Займаюсь з учнями на факультативі	☐	Заохочую до подальших досліджень

7. Чи використовуєте Ви хмарні сервіси (системи) під час проведення уроків?

☐ Так ☐ Ні

8. У Вас організовано гурток з предмету?

☐ Так ☐ Ні

9. Чи плануєте Ви в подальшому взяти участь у проекті (індивідуально чи як представник Вашого закладу освіти)?

☐ Так ☐ Ні

10. Які засоби Ви використовували під час організації дистанційного навчання?

☐	Месенджери (Viber, WhatsApp, Telegram)	☐	Власний блог (канал на YouTube)
☐	Сервіси відеоконференцій (Zoom, Skype)	☐	Електронна пошта
☐	Соціальні мережі (Facebook, Instagram)	☐	Хмарні сервіси (системи)
☐	Не організовував(ла) дистанційне навчання	☐	Системи управління курсами (Moodle, Google Клас)
☐	Персональний сайт		

Опитування про впровадження відкритої науки в ЗЗСО*

*ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти

1. З якої Ви області _____

2. Які предмети Ви викладаєте _____

_____

3. В якому закладі освіти Ви працюєте?

- [ ] початкова школа
- [ ] заклад фахової передвищої освіти
- [ ] гімназія
- [ ] ліцей
- [ ] заклад спеціалізованої освіти (мистецький ліцей, спортивний ліцей, військовий ліцей, науковий ліцей)
- [ ] заклад професійної (професійно-технічної) освіти
- [ ] спеціальний заклад загальної середньої освіти
- [ ] інший заклад освіти

4. Чи проводите Ви наразі дослідження?

- [ ] Так, за тематикою предмету який викладаю.
- [ ] Так, за іншою предметною тематикою.
- [ ] Ні

5. Чи співпрацює Ваш заклад освіти з іншими установами?

- [ ] Так
- [ ] Не знаю
- [ ] Ні

6. З якими установами співпрацює Ваш заклад освіти?

- [ ] Університет / інститут
- [ ] Галузева академія
- [ ] Науково-дослідна установа
- [ ] ЗЗСО
- [ ] Заклад освіти не співпрацює з жодною установою
- [ ] Інше _____

7. Скільки часу Ви витрачаєте на тиждень для підготовки творчих завдань для учнів?

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Не готую творчих завдань	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	годин

8. Чи заохочує Вас керівництво до використання новітніх методик, творчих завдань на уроках?

- [ ] Так
- [ ] Інколи
- [ ] Ні

9. Чи застосовуєте Ви дослідницький підхід у навчанні, чи орієнтуєте учнів на проведення досліджень?

- [ ] Так
- [ ] Інколи
- [ ] Ні

10. Які шляхи підвищення свого професійного рівня в аспекті наукової освіти Ви використовуєте?

- [ ] Відвідую майстер-класи, практикуми
- [ ] Самостійно проходжу дистанційні курси
- [ ] Беру участь у конференціях, семінарах
- [ ] Не вважаю це за потрібне
- [ ] Тільки в межах курсів підвищення кваліфікації
- [ ] Самостійно знайомлюсь з методичними наробками

11. Наскільки Ви знайомі з поняттям «відкрита наука»?

- [ ] Нічого не відомо
- [ ] Дещо

- [ ] Розумію значення поняття
- [ ] Знаю концепцію та принципи відкритої науки
- [ ] Знаю та дотримуюсь принципів відкритої науки

12. Чи відомі Вам терміни «відкриті дані», «відкриті ресурси» чи «відкритий доступ»?
- [ ] Ні, нічого не знаю з цього приводу
- [ ] Так, інтуїтивно розумію ці поняття
- [ ] Так, розумію їх трактування та відмінності

13. Чи впроваджується у Вашому закладі відкрита освіта?
- [ ] Так
- [ ] Я не знаю що це таке
- [ ] Ні

14. Як Ви вважаєте чи буде корисним впровадження відкритої науки в ЗЗСО?
- [ ] Ні
- [ ] Так
- [ ] Так, але лише в ліцеях
- [ ] Я не знаю що таке відкрита наука
- [ ] Так, але лише в заклади спеціалізованої освіти

15. Чи використовуєте Ви в навчальному процесі хмарні сервіси (системи) в процесі організації наукових / навчальних досліджень?
- [ ] Ні
- [ ] Так (локалізація не має значення)
- [ ] На це не вистачає часу
- [ ] Так, лише локалізовані (україномовні чи російськомовні)

16. Чи використовуєте Ви для пошуку інформації Google Scholar?
- [ ] Так
- [ ] Ні

17. Чи використовуєте Ви хмарні сервіси для організації спільної роботи над проектом?
- [ ] Так
- [ ] Ні

18. Чи використовуєте Ви відкриті хмарні сервіси та системи для налагодження комунікації між колегами, для організації процесів досліджень?
- [ ] Так
- [ ] Ні

19. Як Ви опрацьовуєте та поширюєте власні дані досліджень?
- [ ] Вони у закритому доступі
- [ ] Надаю персональний доступ за вимогою
- [ ] Усі дані зберігаються у відкритому доступі
- [ ] Використовую хмарні сервіси для спільної роботи

20. Ви використовуєте репозитарії відкритих даних?
- [ ] Так
- [ ] Не знаю що це
- [ ] Ні

21. Чи зберігаєте Ви власні методичні наробки у відкритому доступі?
- [ ] Так, звісно для обміну досвідом з іншими
- [ ] Ні, це інтелектуальна власність
- [ ] Ні, надаю доступ до матеріалів тільки за вимогою

22. Як на Вашу думку, чи потрібно вчителю ЗЗСО цікавитися наукою?
- [ ] Так, для глибшого розуміння програмного матеріалу
- [ ] Так, для створення проблемних ситуацій на уроках
- [ ] Ні, це потрібно лише вчителю, що працює в ліцеї
- [ ] Так, для привнесення науковості до предмету, що викладаю

- [ ] Ні
- [ ] Ні, на науку не вистачає часу

23. Як на вашу думку з чого потрібно розпочинати наукове дослідження з учнями (групою учнів)?

- [ ] Визначення теоретичної бази
- [ ] Дослідження матеріально-технічної бази
- [ ] Коригування попередніх результатів
- [ ] Доведення гіпотез
- [ ] Збирання інформації за допомогою ІКТ-технологій

24. Як краще організувати роботу над проектом групи учнів?

- [ ] Збиратись очно
- [ ] Потрібні матеріали учні можуть надіслати на електронну пошту
- [ ] Учні самостійно збирають матеріал та надають вчителеві
- [ ] В межах хмарної платформи чи сервісу (дані закриті)
- [ ] В межах хмарної платформи чи сервісу (дані відкриті)

25. Як краще оприлюднити отримані результати за виконаним проектом МАН?

- [ ] Паперовий варіант і тільки
- [ ] Результати зберігати на приватних пристроях
- [ ] Можна розмістити в мережі Інтернет (закритий доступ)
- [ ] Відкритий доступ до матеріалів в мережі Інтернет

26. Які Ви вбачаєте шляхи до зацікавлення учнів в проведенні досліджень?

- [ ] Задіяти зону найближчого розвитку
- [ ] Написання робіт МАН
- [ ] Участь в конкурсах, олімпіадах
- [ ] Проведення факультативів
- [ ] Використання поглиблених завдань
- [ ] Використання хмарних технологій
- [ ] Використання хмарних спеціалізованих сервісів (з предмету)
- [ ] Створення проблемних ситуацій на уроках

27. Чи зацікавлені Ви у вивченні нових цифрових технологій відкритої науки для підвищення свого фахового рівня?

- [ ] Так
- [ ] Ні

28. Чи були б Вам цікаві курси з підвищення кваліфікації з опанування хмарних сервісів які не локалізовані (на англійській мові)?

- [ ] Так
- [ ] Ні

29. Чи проходили Ви курси підвищення кваліфікації з науковою складовою*?

*Курси (чи окремі теми) спрямовані на зацікавлення учнів наукою, дослідженням чи як зробити навчальний процес більш академічним.

- [ ] Так
- [ ] Ні
- [ ] Так, але лише окремі теми були цьому присвячені

Навички роботи з хмарними сервісами

Попереднє тестування знань слухачів дистанційного курсу: «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»

* Обязательно

1. З якого Ви міста *

2. Вкажіть Ваш навчальний заклад *

3. Який предмет(и) Ви викладаєте *

4. Якими сервісами Ви користуєтесь під час підготовки до уроку? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] онлайн-сервіси
- [ ] хмарні сервіси
- [ ] локальними засобами інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ)
- [ ] не використовую комп'ютерні сервіси

5. Які основні етапи наукового дослідження Ви знаєте? (Можна обрати декілька) *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Пошук, збирання, накопичення даних.
- [ ] Подання, опрацювання, візуалізація закономірностей.
- [ ] Складання конспекту урока, заповнення журналу.
- [ ] Впровадження, оприлюдення, використання.
- [ ] Аналіз і інтерпретація отриманихрезультатів.
- [ ] Валідизація, дискусія, колективне оцінювання висновків.
- [ ] Участь у конференціях, семінарах, майстер-класах.
- [ ] Опитування та оцінювання учнів.
- [ ] Використання дидактичних матеріалів.

6. Як Ви вважаєте, вчителю наукового ліцею слід займатись науковою діяльністю? *

Отметьте только один овал.

- ( ) Так
- ( ) Ні

7. Які сервіси Ви використовуєте для комунікації (з учнями, колегами)? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Соціальні мережі
- [ ] Skype
- [ ] Telegram
- [ ] Viber
- [ ] WhatsApp
- [ ] Zoom
- [ ] Google Hangouts
- [ ] Instagram
- [ ] Інші сервіси

8. Що Ви використовуєте для пошуку літератури? Які сервіси? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Google пошук
- [ ] Електронні бібліотеки
- [ ] Науково-освітні мережі
- [ ] Сервіси відкритої науки (Open Aire)
- [ ] Користуюсь друкованими
- [ ] Репозитарії
- [ ] Журнальні системи
- [ ] Google академія

9. Чи використовуєте англомовні ресурси, сервіси? *

Отметьте только один овал.

- ( ) Так
- ( ) Ні
- ( ) Лише друковані

10. Які сервіси Ви використовуєте для проведення дослідження? (збирання, опрацювання і зберігання даних). *

Отметьте только один овал.

- Google форми
- Мова R
- CoCalc
- Microsoft Excel
- Хмарні системи комп'ютерної математики (СКМ)
- Google таблиці
- Power BI
- Сервіси Open Aire
- Локальні СКМ
- Лише паперові анкети, тести

11. Якими сервісами для організації спільної роботи учнів Ви користуєтесь? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Moodle або інші системи дистанційних курсів
- [ ] Сервіси Office 365
- [ ] Вариант 3
- [ ] CoCalc
- [ ] Google сервіси
- [ ] Сервіси Open Aire
- [ ] Не використовую

12. З використанням яких сервісів Ви презентуєте результати дослідження? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Google презентації
- [ ] Мова R
- [ ] CoCalc
- [ ] Microsoft Excel
- [ ] Хмарні СКМ
- [ ] Google таблиці
- [ ] Power BI
- [ ] Сервіси Open Aire
- [ ] Локальні СКМ
- [ ] Microsoft PowerPoint

13. Які на вашу думку засоби найкращі для оприлюднення наукових результатів? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Електронні бібліотеки
- [ ] Друк в фаховому журналі
- [ ] Обговорення з колегами
- [ ] Друк буклетів, посібників
- [ ] Персональний сайт
- [ ] Виступи на семінарах
- [ ] Практичне використання
- [ ] Участь у наукових конкурсах

14. Що Ви використовуєте для постановки і дослідження стану наукової проблеми? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Спираюсь на власний досвід
- [ ] Беру приклад з інших робіт
- [ ] Вивчаю праці колег
- [ ] Використовую сервіси відкритої науки

15. Ви знайомі з концепцією відкритої науки? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

16. Чи Ви знаєте що таке хмара відкритої науки? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

17. Що Ви очікуєте від даного курсу? *

Опитування про відкриту науку та сервіси відкритої науки

* Обязательно

1. Заклад освіти *

2. Спеціальність (яку здобуваєте) *

3. Чи виконуєте Ви зараз наукове дослідження в рамках окремої дисципліни? *

Отметьте только один овал.

- Так, як частину курсової чи дипломної роботи
- Так, я учасник наукового проєкту
- Ні
- Інше

4. З якої галузі Ваше дослідження? *

Отметьте только один овал.

- природничих наук
- інженерія та технології
- медичні науки
- соціальні науки
- інше
- наразі не проводжу дослідження

5. Скільки часу на тиждень Ви витрачаєте на опрацювання та аналіз літератури? (При підготовці та виконанні завдань з будь-яких дисциплін). *

Отметьте только один овал.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
годину	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	годин

6. Яка форма співпраці Вам найсприятливіша під час виконання завдань? *

Отметьте только один овал.

- ◯ самостійно
- ◯ разом з окремими колегами
- ◯ колективне вирішення завдань

7. Чи використовуєте Ви хмарні сервіси для опрацювання і інтерпретації даних досліджень? *

Отметьте только один овал.

- ◯ Так
- ◯ Ні

Новый раздел

8. Наскільки Ви ознайомлені з відкритою наукою чи відкритими даними? *

Отметьте только один овал.

- ◯ повнійстю розумію дані напрямки
- ◯ дещо відомо про дані терміни
- ◯ нічого не знаю

9. Що Вам відомо про репозиторії відкритих даних? *

Отметьте только один овал.

- достатньо
- дещо відомо, але конкретні не зможу вказати
- розумію лише даний термін
- нічого не відомо

10. Що Вам відомо про сервіси створення профілів ученого у відкритому доступі? *

Отметьте только один овал.

- достатньо
- дещо відомо, але конкретні не зможу вказати
- розумію лише даний термін
- нічого не відомо

11. Що Вам відомо про джерела відкритого доступу до публікацій (електронні бібліотеки, журнали, репозиторії)? *

Отметьте только один овал.

- достатньо
- дещо відомо, але конкретних прикладів не можу зазначити
- розумію лише даний термін
- нічого не відомо

12. Що Вам відомо про Європейську хмару відкритої науки? *

Отметьте только один овал.

- достатньо, можу назвати конкретні типи сервісів, приклади використання
- дещо відомо, але конкретних прикладів використання не можу зазначити
- розумію лише даний термін
- нічого не відомо

13. Що Вам відомо про хмарні сервіси опрацювання даних? *

Отметьте только один овал.

- достатньо, можу назвати конкретні типи сервісів, приклади використання
- дещо відомо, але конкретних прикладів використання не можу зазначити
- розумію лише даний термін
- нічого не відомо

14. Чи розумієте Ви, в чому полягають принципи і пріоритети відкритої науки? *

Отметьте только один овал.

- достатньо, можу навести конкретні приклади
- дещо відомо, але конкретних прикладів не можу зазначити
- розумію лише даний термін, можу його пояснити
- нічого не знаю про дану тенденцію

15. Що Вам відомо про відкриту освіту? *

Отметьте только один овал.

- достатньо, можу навести конкретні платформи, сервіси
- дещо відомо, але конкретних прикладів не можу зазначити
- розумію лише даний термін, можу його пояснити
- нічого не відомо

Новый раздел

16. Що Ви вважаєте найголовнішими для відкритої науки? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] дослідження та управління даними
- [ ] дослідження та інтеграція даних
- [ ] дослідницькі публікації та їх розповсюдження
- [ ] навчання та спостереження
- [ ] співпраця та створення спільнот
- [ ] захист інтелектуальної власності
- [ ] популяризація науки в публікаціях
- [ ] доступність досліджень для студентів, вчителів, викладачів
- [ ] я не знаю що таке відкрита наука

17. Які ініціативи, що пов'язані з відкритою наукою впроваджуються у вашому закладі? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] відкриті дані досліджень
- [ ] відкритий доступ до публікацій
- [ ] відкриті препринти
- [ ] відкрита інформація щодо наукових досліджень (поточних та завершених)
- [ ] безкоштовний та вільний доступ до навчальних сервісів та ресурсів
- [ ] відкриті навчальні курси
- [ ] залучення до досліджень закладів загальної середньої освіти
- [ ] відкрита дослідницька інфраструктура закладу
- [ ] використання сторонніх відкритих дослідницьких систем та сервісів
- [ ] жодна з вказаних
- [ ] я не знаю що таке відкрита наука

18. Чи пов'язана відкрита наука з вашою навчальною діяльністю? *

Отметьте только один овал.

	1	2	3	4	5	
не пов'язана	◯	◯	◯	◯	◯	цілком пов'язана

19. Чи плануєте Ви в подальшому використовувати хмаро орієнтовані платформи і сервіси відкритої науки у власних дослідженнях? *

Отметьте только один овал.

- ◯ так
- ◯ Ні
- ◯ не знаю

Опитування про впровадження відкритої науки в ЗЗСО

*ЗЗСО - заклади загальної середньої освіти

* Обязательно

1. З якої Ви області *

Отметьте только один овал.

- Автономна Республіка Крим
- Вінницька
- Волинська
- Дніпропетровська
- Донецька
- Житомирська
- Закарпатська
- Запорізька
- Івано-Франківська
- Київська
- Кіровоградська
- Луганська
- Львівська
- Миколаївська
- Одеська
- Полтавська
- Рівненська
- Сумська
- Тернопільська
- Харківська
- Херсонська
- Хмельницька
- Черкаська
- Чернівецька
- Чернігівська

2. Які предмети Ви викладаєте *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Українська мова
- [ ] Англійська мова
- [ ] Математика
- [ ] Музичне мистецтво
- [ ] Образотворче мистецтво
- [ ] Дизайн і технології
- [ ] Я досліджую світ
- [ ] Фізична культура
- [ ] Інформатика
- [ ] Російська мова
- [ ] Французька мова
- [ ] Я у світі
- [ ] Природознавство
- [ ] Основи здоров'я
- [ ] Німецька мова
- [ ] Українська література
- [ ] Зарубіжна література
- [ ] Історія України
- [ ] Всесвітня історія
- [ ] Мистецтво
- [ ] Трудове навчання
- [ ] Польська мова
- [ ] Хімія
- [ ] Фізика
- [ ] Громадянська освіта
- [ ] Алгебра і початки аналізу
- [ ] Геометрія
- [ ] Біологія
- [ ] Екологія
- [ ] Астрономія
- [ ] Захист України

3. В якому закладі освіти Ви працюєте? *

Отметьте только один овал.

- ( ) початкова школа
- ( ) гімназія
- ( ) ліцей
- ( ) спеціальний заклад загальної середньої освіти
- ( ) заклад спеціалізованої освіти (мистецький ліцей, спортивний ліцей, військовий ліцей, науковий ліцей)
- ( ) заклад професійної (професійно-технічної) освіти
- ( ) заклад фахової передвищої освіти
- ( ) інший заклад освіти

4. Чи проводите Ви наразі дослідження? *

Отметьте только один овал.

- Так, за тематикою предмету який викладаю.
- Так, за іншою предметною тематикою.
- Ні.

5. Чи співпрацює Ваш заклад освіти з іншими установами? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Не знаю

6. З якими установами співпрацює Ваш заклад освіти? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Університет/інститут
- [ ] Науково-дослідна установа
- [ ] Галузева академія
- [ ] ЗЗСО
- [ ] Заклад освіти не співпрацює з жодною установою
- [ ] Другое: _____

7. Скільки часу Ви витрачаєте на тиждень для підготовки творчих завдань для учнів? *

Отметьте только один овал.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Не готую творчих завдань												годин

8. Чи заохочує Вас керівництво до використання новітніх методик, творчих завдань на уроках? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Інколи

9. Чи застосовуєте Ви дослідницький підхід у навчанні, чи орієнтуєте учнів на проведення досліджень? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Інколи

10. Які шляхи підвищення свого професійного рівня в аспекті наукової освіти Ви використовуєте? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Тільки в межах курсів підвищення кваліфікації
- [ ] Самостійно знайомлюсь з методичними наробками
- [ ] Відвідую майстер-класи, практикуми
- [ ] Беру участь у конференціях, семінарах
- [ ] Самостійно проходжу дистанційні курси
- [ ] Не вважаю це запотрібне

Новый раздел

11. Наскільки Ви знайомі з поняттям "відкрита наука"? *

Отметьте только один овал.

- Нічого не відомо
- Дещо
- Розумію значення поняття
- Знаю концепцію та принципи відкритої науки
- Знаю та дотримуюсь принципів відкритої науки

12. Чи відомі Вам терміни "відкриті дані", "відкриті ресурси" чи "відкритий доступ"? *

Отметьте только один овал.

- Ні, нічого не знаю з цього приводу
- Так, інтуїтивно розумію ці поняття
- Так, розумію їх трактування та відмінності

13. Чи впроваджується у Вашому закладі відкрита освіта? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Я не знаю що це таке

14. Як Ви вважаєте чи буде корисним впровадження відкритої науки в ЗЗСО? *

Отметьте только один овал.

- Ні
- Так
- Так, але лише в заклади спеціалізованої освіти
- Так, але лише в ліцеях
- Я не знаю що таке відкрита наука

15. Чи використовуєте Ви в навчальному процесі хмарні сервіси (системи) в процесі організації наукових/навчальних досліджень? *

Отметьте только один овал.

- Так (локалізація не має значення)
- Ні
- Так, лише локалізовані (україномовні чи російськомовні)
- На це не вистачає часу

16. Чи використовуєте Ви для пошуку інформації Google Scholar? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

17. Чи використовуєте Ви хмарні сервіси для організації спільної роботи над проєктом? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

18. Чи використовуєте Ви відкриті хмарні сервіси та системи для налагодження комунікації між колегами, для організації процесів досліджень? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

19. Як Ви опрацьовуєте та поширюєте власні дані досліджень? *

Отметьте только один овал.

- Вони у закритому доступі
- Надаю персональний доступ за вимогою
- Використовую хмарні сервіси для спільної роботи
- Усі дані зберігаються у відкритому доступі

20. Ви використовуєте репозитарії відкритих даних? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Не знаю що це

21. Чи зберігаєте Ви власні методичні наробки у відкритому доступі? *

Отметьте только один овал.

- Так, звісно для обміну досвідом з іншими
- Ні, це інтелектуальна власність
- Ні, надаю доступ до матеріалів тільки за вимогою

22. Якщо Ваші матеріали знаходяться у відкритому доступі чи є можливість їх відкритого оцінювання іншими колегами? *

Отметьте только один овал.

- Я не зберігаю власні матеріали у відкритому доступі
- Ні, матеріали доступні лише для ознайомлення
- Ні, матеріали доступні лише для подальшого використання та обміну досвідом
- Так, мені важлива домка колег з приводу моїх методичних наробок

23. Чи будете Ви використовувати в навчальному процесі потужний спеціалізований хмарний сервіс який є безкоштовним але не локалізованим (англомовним)? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні, я намагаюсь використовували лише локалізовані сервіси
- Так, якщо сервіс допоможе інтенсифікувати навчалний процес
- Ні, в мене замало часу на вивчення технологічних новинок

Новый раздел

24. Як на Вашу думку, чи потрібно вчителю ЗЗСО цікавитися наукою? *

Отметьте только один овал.

- Ні
- Так, для глибшого розуміння програмного матеріалу
- Так, для привнесення науковості до предмету, що викладаю
- Так, для створення проблемних ситуацій на уроках
- Ні, це потрібно лише вчителю, що працює в ліцеї
- Ні, на науку не вистачає часу

25. Як на вашу думку з чого потрібно розпочинати наукове дослідження з учнями (групою учнів)? *

Отметьте только один овал.

- Визначення теоретичної бази
- Збирання інформації за допомогою ІКТ-технологій
- Дослідження матеріально-техночної бази
- Коригування попередніх результатів
- Доведення гіпотез

26. Як краще організувати роботу над проєктом групи учнів? *

Отметьте только один овал.

- Збиратись очно
- Потрібні матеріали учні можуть надіслати на електронну пошту
- Учні самостійно збирають матеріал та надають вчителеві
- В межах хмарної платформи чи сервісу (дані закриті)
- В межах хмарної платформи чи сервісу (дані відкриті)

27. Як краще оприлюднити отримані результати за виконаним проєктом МАН? *

Отметьте только один овал.

- Паперовий варіант і тільки
- Результати зберігати на приватних пристроях
- Можна розмітстити в мережі Інтернет (закритий доступ)
- Відкритий доступ до матеріалів в мережі Інтернет

28. Які Ви вбачаєте шляхи до зацікавлення учнів в проведенні досліджень? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Задіяти зону найближчого розвитку
- [ ] Створення проблемних ситуацій на уроках
- [ ] Написання робіт МАН
- [ ] Участь в конкурсах, олімпіадах
- [ ] Проведення факультативів
- [ ] Використання поглиблених завдань
- [ ] Використання хмарних технологій
- [ ] Використання хмарних спеціалізованих сервісів (з предмету)

29. Чи зацікавлені Ви у вивченні нових цифрових технологій відкритої науки для підвищення свого фахового рівня? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

30. На якому рівні Ви володієте англійською мовою? *

Отметьте только один овал.

- Не знаю англійську мову
- Читаю з перекладачем (словником)
- Читаю і пишу з перекладачем (словником)
- Говорю, читаю та пишу з перекладачем (словником)
- Вільно читаю
- Вільно читаю та говорю
- Знаю розмовну англійську
- Знаю англійську на вищому рівні

31. Чи були б Вам цікаві курси з підвищення кваліфікації з опанування хмарних сервісів які не локалізовані (на англійській мові)? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

32. Чи проходили Ви курси підвищення кваліфікації з науковою складовою*? *

*Курси (чи окремі теми) спрямовані на зацікавлення учнів наукою, дослідженням чи як зробити навчальний процес більш академічним.

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Так, але лише окремі теми були цьому присвячені

33. Які б безкоштовні курси підвищення кваліфікації Вам були цікаві? Що б Ви хотіли вивчити? *

34. Які у Вас є побажання та пропозиції з покращення даного опитування? *

Опановані навички роботи з хмарними сервісами

Заключне тестування слухачів дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян»

* Обязательно

1. З якого Ви міста *

2. Вкажіть Ваш навчальний заклад *

3. Який предмет(и) Ви викладаєте *

4. Які сервіси Ви застосовуєте для організації наукової діяльності учнів? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Moodle
- [ ] Сервіси Office 365
- [ ] CoCalc
- [ ] Google сервіси
- [ ] Сервіси хмари відкритої науки
- [ ] Хмарні спеціалізовані
- [ ] сервіси інфраструктури Open Air

5. Для організації яких видів діяльності Ви використовуєте спеціалізовані хмарні сервіси? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Комунікація
- [ ] Опрацювання даних
- [ ] Зберігання даних
- [ ] Самостійна робота
- [ ] Проведення опитування
- [ ] Спільна робота
- [ ] Дослідницька робота
- [ ] Представлення результатів роботи
- [ ] Постановка проблеми
- [ ] Недоречне використання в школі

6. Як практично реалізувати концепцію відкритої науки? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] використовувати репозитарії відкритих даних
- [ ] використовувати можливості відкритого доступу до публікацій, даних, відомостей
- [ ] використовувати сліпе рецензування
- [ ] використовувати можливості відкритої наукової комунікації
- [ ] використовувати сервіси хмари відкритої науки
- [ ] використовувати хмарні сервіси для організації спільної роботи (віртуальних колективів)
- [ ] організовувати дискусії, відкрите оцінювання і обговорення результатів досліджень
- [ ] брати участь у наукових проектах, в тому числі міжнародних
- [ ] організовувати навчальні проекти, конкурси, події, спрямовані на розвиток відкритої науки

7. Як Ви вважаєте, чи мають наукові здобутки, публікації бути у відкритому доступі? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

8. Чи підтримуєте Ви ідею відкритих онлайн бібліотек (вільного доступу)? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Тільки після реєстрації
- Цікавлять лише паперові видання

9. Чи використовуєте Ви репозитарії наукових даних? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

10. Чи брали Ви участь (чи плануєте) в українських чи іноземних наукових проектах? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

11. Чи брали Ви участь (чи плануєте) у проведенні власного наукового дослідження? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

12. Чи брали Ви участь (чи плануєте) у проведенні навчальних наукових проектів з учнями? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

13. Якими з цих сервісів Ви плануєте користуватись для пошуку наукової літератури? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Google академія
- [ ] arXiv.org
- [ ] Open Air
- [ ] Лише паперовими виданнями
- [ ] Електронна бібліотека НАПН України
- [ ] dblp computer science bibliography
- [ ] Взагалі не планую
- [ ] Інший сервіс

14. Чи потрібно розміщувати власні публікації у відкритому доступі? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні
- Існують певні ризики

15. Чи знайомі Вам принципи академічної доброчесності? *

Отметьте только один овал.

- Так
- Ні

16. Які сервіси спільного опрацювання даних Вам відомі? *

_____

17. Під час яких типів уроків краще використовувати спеціалізовані хмарні сервіси? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] Урок засвоєння нових знань
- [ ] Урок формування навичок і вмінь
- [ ] Урок застосування знань, умінь, навичок
- [ ] Урок узагальнення і систематизації знань
- [ ] Урок контролю і корекції знань, умінь, навичок
- [ ] Комбінований урок

18. Які компоненти платформи відкритої науки Ви використовуєте? *

Отметьте все подходящие варианты.

- [ ] окремі хмарні сервіси для навчання
- [ ] електронні біліотеки
- [ ] дидактичні матеріали
- [ ] електронні освітні ресурси
- [ ] сервіси комунікації
- [ ] сервіси подання, візуалізації і опрацювання даних
- [ ] сервіси підтримування проведення експерименту
- [ ] сервіси спільної роботи

19. Хмара відкритої науки це *

Отметьте только один овал.

- хмара створена лише для науковців
- хмара для вчителів
- хмара для вчителів та науковців

20. Чи сподобався Вам курс? Які у Вас будуть побажання, пропозиції? *

Додаток К

Скріншоти дистанційного курсу «Хмарні сервіси науки для освітян»

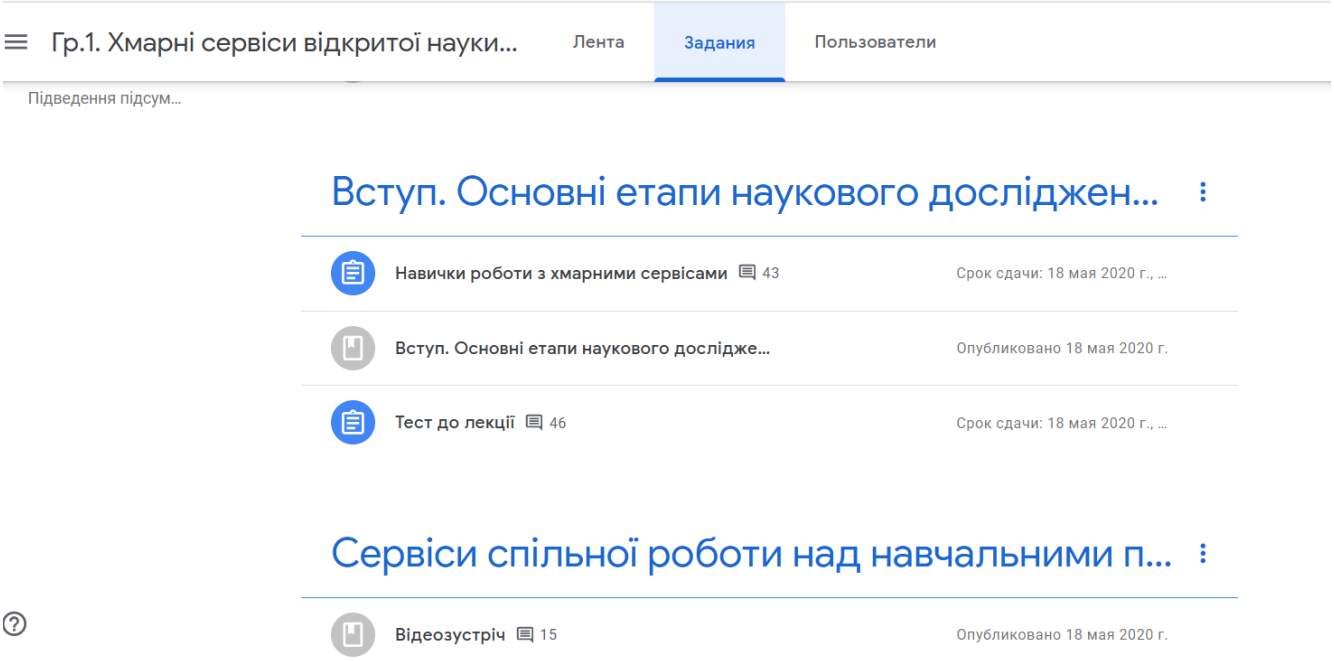


Рис. К.1. Скріншот змістової частини дистанційного курсу «Хмарні сервіси науки для освітян»

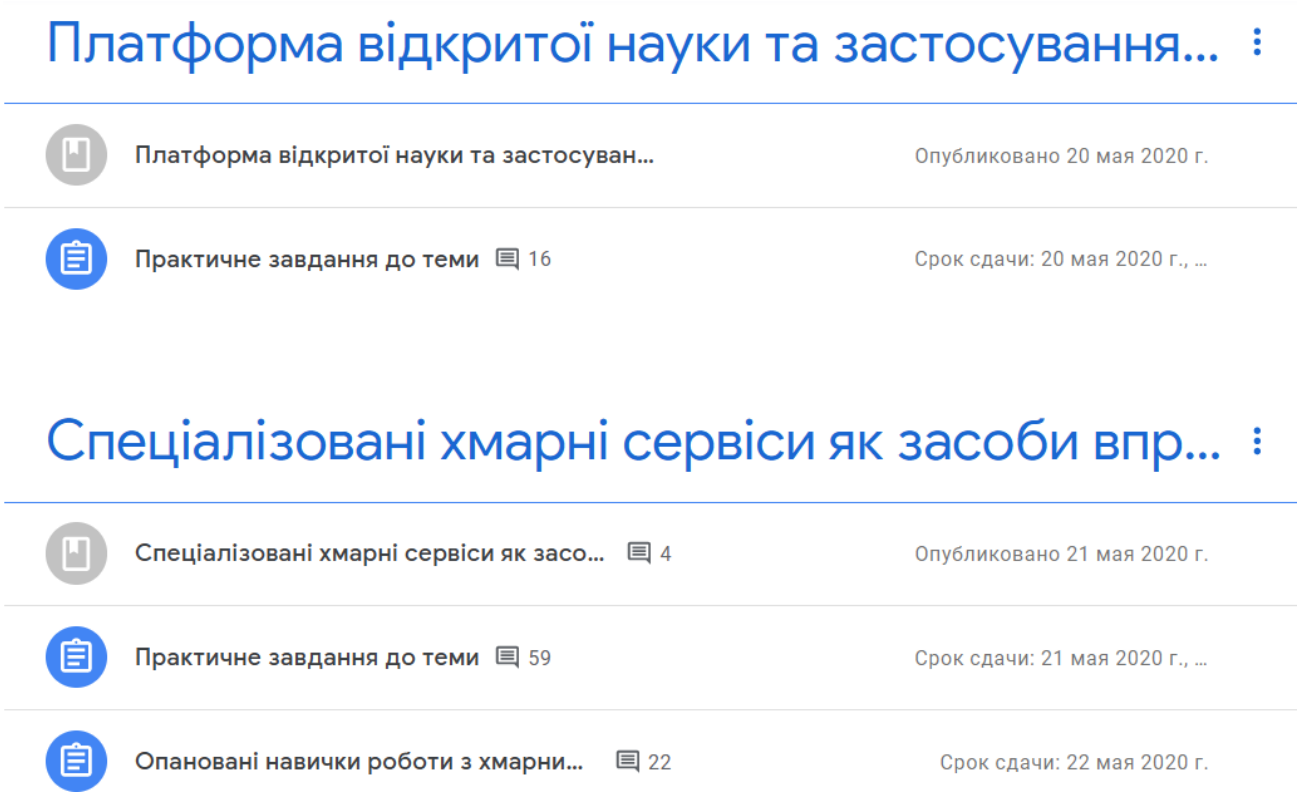


Рис. К.2. Фрагмент змістової частини дистанційного курсу «Хмарні сервіси науки для освітян»

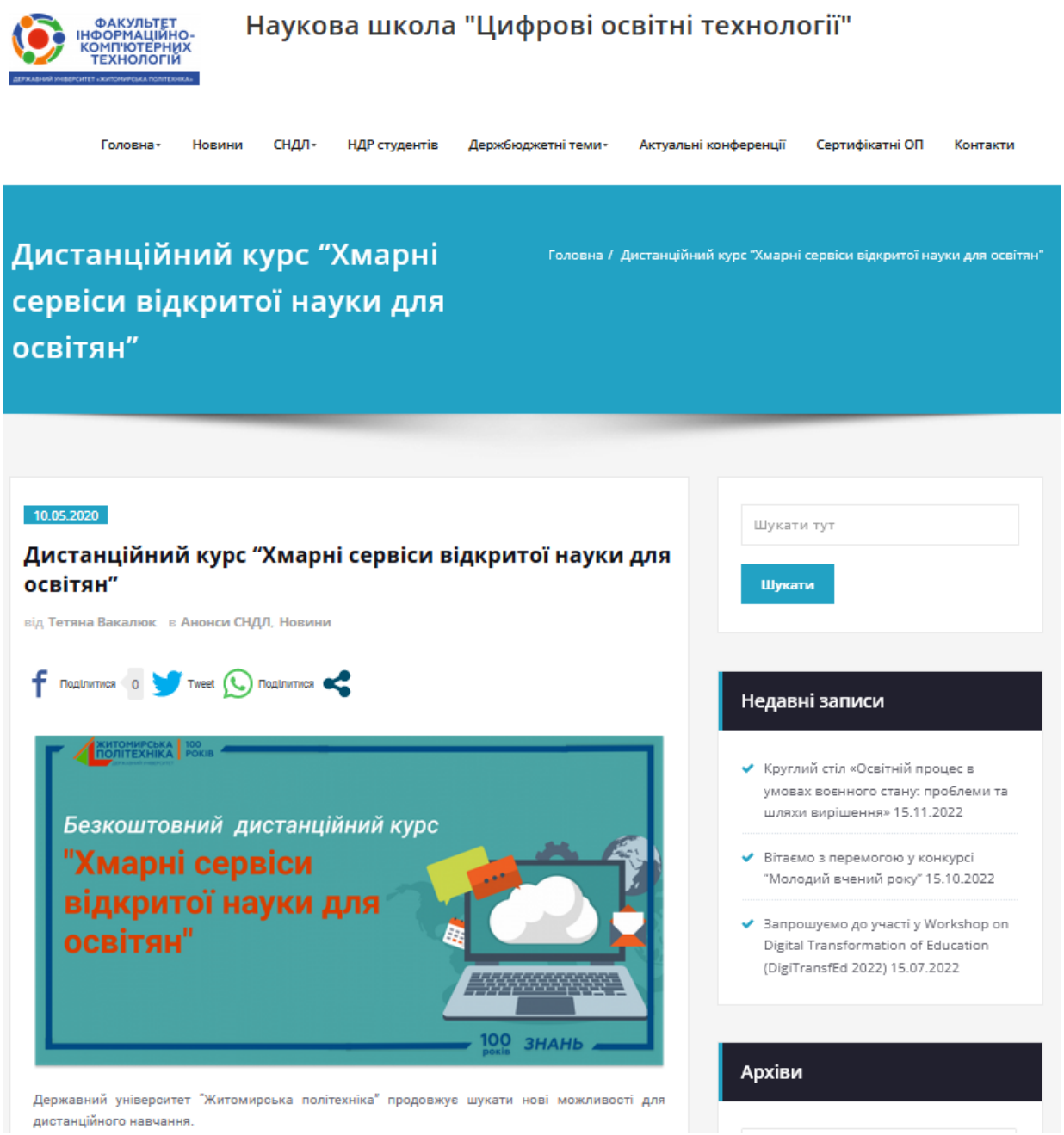


Рис. К.3. Скріншот оголошення про проведення дистанційного курсу «Хмарні сервіси науки для освітян»

Додаток Л

Довідки про впровадження результатів дисертації

Мар'єнко Майї Володимирівни

зі спеціальності 13.00.10 «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»

(СКАНОВАНІ КОПІЇ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

пр. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, тел. (0564) 71-57-34, факс (0564) 71-76-74
E-mail : kdpu@kdpu.edu.ua, Код ЄДРПОУ 40787802

16.09.2022 № 127

На №

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Майї МАР'ЄНКО
«Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї»
на кафедрі математики та методики її навчання
Криворізького державного педагогічного університету

З початку 2020/2021 н.р., результати дисертаційного дослідження М. Мар'єнко впроваджуються в навчальний процес фізико-математичного факультету на кафедрі математики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету в межах курсів підвищення кваліфікації вчителів.

Зокрема, здійснювався розвиток інформаційно-освітнього середовища кафедри в плані запровадження в навчальний процес хмарних сервісів відкритої науки та окремих складників інструментарію Європейської хмари відкритої науки (EOSC). Протягом 2020/2021 н.р., відбувалося навчання викладачів що працюють на кафедрі математики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету Методиці використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (на базовому рівні), ознайомлення викладачів з основами використання Європейської хмари відкритої науки. Працівники кафедри відзначають підвищення якості інформаційно-технологічного підтримування навчального процесу, доцільність застосування розробленої методики для покращення курсів підвищення кваліфікації вчителів.

Завідувач кафедри математики
та методики її навчання
Криворізького державного
педагогічного університету,
к. пед. н., доцент Дмитро БОБИЛЄВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА
ФАКУЛЬТЕТ ФІЗИКИ, МАТЕМАТИКИ, ЕКОНОМІКИ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

вул. Стрийська, 3, м. Дрогобич, 82100; тел. (03244) 3-54-65
e-mail: fizmatdddpu@gmail.com

№066/1 від 30.09 2022

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї»

Майї МАР'ЄНКО

у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка

Впровадження розробленої Методики використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (на базовому рівні), як компонента методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї здійснювалося у процесі підвищення кваліфікації вчителів на факультеті фізики, математики, економіки та інноваційних технологій. Визначальною особливістю розробленої Методики використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи є підтримка кожного етапу наукового дослідження завдяки хмарним сервісам відкритої науки, що надає можливість ефективної організації усіх форм роботи, зокрема самостійної роботи учнів наукового ліцею.

Попередньо викладачі факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій були ознайомлені з основними принципами роботи з хмарними сервісами відкритої науки, їх структурою та специфікою. Елементи Методики використання хмарних сервісів відкритої науки в освітньому середовищі школи (на базовому рівні) впроваджені на факультеті фізики, математики, економіки та інноваційних технологій для їх подальшої інтеграції в курси підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

Довідку про апробацію і впровадження результатів дисертаційного дослідження Мар'єнко М. затверджено на засіданні кафедри фізики та інформаційних систем Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (протокол №1 від 30 вересня 2022 р.)

Завідувач кафедри фізики
та інформаційних систем,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент ОЛЕГ КУЗИК

Класичний Приватний Університет

Україна, 69002 м. Запоріжжя, Жуковського, 70 "Б"
тел. (061) 787-33-96
(061) 764-67-50
факс (061) 228-07-78

Classic Private University

70 "B", Zhukovskogo st., 69002 Zaporizhja, UKRAINE
tel. (061) 787-33-96
(061) 764-67-50
fax (061) 228-07-78

№ 815 «05» 09 2022р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження на здобуття наукового ступеня Майї МАР'ЄНКО на тему «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї»
у навчальний процес Класичного приватного університету

Результати дослідження М. Мар'єнко на тему: «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї» впроваджені у навчальний процес Класичного приватного університету на кафедрі освіти та управління навчальним закладом.

Протягом 2020-2021 н.р. на кафедрі освіти та управління навчальним закладом здійснювалося підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів з використанням хмарних сервісів відкритої науки та окремого інструментарію Європейської хмари відкритої науки (EOSC). Особливого схвалення заслуговує запропонована М. Мар'єнко загальна модель хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї. Викладачі кафедри освіти та управління навчальним закладом, що апробовували розроблені М. Мар'єнко методики на базовому та середніх рівнях, відзначають, що дані методики успішно застосовується, сприяють формуванню та розвитку компетентностей відкритої науки у вчителів природничо-математичних предметів та ІК-компетентності. Результати дослідження використовуються у процесі проведення курсів підвищення кваліфікації вчителів, а саме: організації аудиторних занять і самостійної роботи, при виконанні індивідуальних робіт.

Упровадження результатів дисертаційного дослідження М. Мар'єнко у навчальний процес сприяло поліпшенню рівня організації процесу підвищення кваліфікації вчителів, систематизації теоретичних і практичних знань та умінь вчителів природничо-математичних предметів, підвищенню ІК-компетентності та компетентностей відкритої науки.

Перший проректор з науково-педагогічної
та наукової роботи,
доктор економічних наук,
доктор юридичних наук, професор Покатаєва О. В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr Polytechnic State University

вул. Чуднівська,103, м. Житомир, 10005
103, Chudnivska Str., Zhytomyr, Ukraine, 10005
Phone/fax: (0412) 24-14-22, 24-14-23, e-mail: rector@ztu.edu.ua, https://ztu.edu.ua, код ЄДРПОУ 05407870
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДПОВІДАЄ ДСТУ ISO 9001:2015
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001:2015

Від 03.11.2020 № 44-22.07/1905
На № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Мар'єнко Майї Володимирівни «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї» на факультеті інформаційно-комп'ютерних технологій Державного університету «Житомирська політехніка»

Науково-теоретичні результати, одержані в результаті виконання дисертаційного дослідження М. В. Мар'єнко «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї» впроваджувалися у навчальний процес Державного університету «Житомирська політехніка» протягом 2020 рр. Результати дослідження впроваджувалися в ході проведення спільних заходів – конференцій, семінарів, бесід з викладачами і науковцями, надання консультацій, зокрема, в межах XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)», м. Житомир, 09 - 11 квітня 2020 р.

Матеріали і методи, розроблені в межах дисертаційного дослідження, були використані в ході проведення низки навчальних заходів, що здійснювалися навесні 2020 року на базі Спільної науково-дослідної лабораторії з проблем цифрової трансформації вищої освіти Державного університету «Житомирська політехніка» й Інституту інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України.

У квітні тут було започатковано навчальний курс «Хмарні технології у дистанційному навчанні в умовах карантину», що проводився на базі Державного університету «Житомирська політехніка». У межах цього курсу було розроблено окремий дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян». В ході підготовки цього курсу були впроваджено методичну систему підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї в рамках проведення науково-педагогічного експерименту. Дистанційний курс було проведено з 18 травня 2020 року по 22 травня 2020 року.

Упровадження результатів даної дисертаційної роботи в практику організації процесів навчання і підвищення кваліфікації вчителів, що проходили на базі Державного університету «Житомирська політехніка» свідчить про значущість проведеного дослідження і дозволяє стверджувати, що його результати можуть слугувати теоретичними основами для проектування і розгортання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Результати науково-дослідної роботи Мар'єнко М.В. були представлені та обговорені на засіданні кафедри інженерії програмного забезпечення та отримали позитивну оцінку професорсько-викладацького складу (протокол №10 від 26.10.2020 р.).

Перший проректор
Державного університету
«Житомирська політехніка»,
доктор економічних наук, професор Оксана ОЛІЙНИК

202372

УКРАЇНА

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

РІВНЕНСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

вул. В.Чорновола, 74, м. Рівне, 33028; тел.64-96-60, 64-96-61; факс 63-64-73

E-mail: roippo.rv@ukr.net, код ЄДРПОУ 02139765

22.03.2021 № 01-12/218

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження на здобуття наукового ступеня Мар'єнко Майї Володимирівни на тему «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї» в освітній процес Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Результати дослідження М. В. Мар'єнко на тему: «Проектування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї» впроваджувалися в освітній процес Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти.

Результати дослідження впроваджувалися в ході проведення спільних заходів – конференцій, семінарів, зустрічей з викладачами і науковцями, надання консультацій, зокрема, в межах Міжнародної науково-практичної конференції «Смарттехнології як чинник інноваційного розвитку» (10 червня 2020 р.), IX Всеукраїнської інтерактивної науково-практичної конференції із теми «Цифрові технології в освітньому процесі закладів освіти» (28 вересня – 28 жовтня 2020 р.), м. Рівне та інших.

Протягом 2019-2020 р. на базі Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти проводилися обласні семінари-тренінги для педагогічних та науково-педагогічних працівників із теми «Цифрові відкриті системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя математики» (спікер М. В. Мар'єнко). У теоретичному блоці було зроблено огляд хмарних сервісів для наукової освіти у навчанні математики, учасники ознайомилися з інструментарієм для пошуку та оприлюднення наукових здобутків педагогічних та науково-педагогічних працівників, із програмою Європейського Союзу Еразмус+ та заходами зорієнтованими на шкільну освіту.

У ході практичної роботи педагоги працювали з ключовими інструментами спеціалізованих хмарних сервісів відкритої науки для математичних обчислень, побудови графіків та моделей; створювали документи, ресурси та курси; організовували групову роботу в хмарному середовищі тощо.

Слід відмітити високий професійний рівень організації семінарів-тренінгів. Презентовані дисертанткою розробки отримали позитивний відгук в учасників науково-методичних заходів, сприяли активізації інтересу і мотивації вчителів-предметників щодо використання хмарних сервісів у виконанні спільних проєктів та у дослідницькій діяльності.

Упровадження результатів дисертаційного дослідження М. В. Мар'єнко у процес підвищення кваліфікації сприяло поліпшенню рівня організації освітнього процесу щодо формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів природничо-математичних предметів.

Результати впровадження дисертаційного дослідження Мар'єнко М. В. обговорено та затверджено на засіданні кафедри природничо-математичної освіти (протокол № 2 від 04 березня 2021року).

Ректор інституту Алла ЧЕРНІЙ